અનેક યેાજનો સુધી વિસ્તરેલી અચળ અને સ્થિર પૃથ્વીની આ કલ્પના તે વખતે તદ્દન વાસ્તવિક લેખવામાં આવતી હતી. અફાટ મહાસાગરને પાર કરવાનું સામર્થ્ય ન હેાય ત્યારે આવી કલ્પના સાચી જ ઠરે ને ?

પણ મનુષ્યનું મન એમ હાર ખાય તેવું નથી. એણે એક નવેા મુદ્દો ઉઠાવ્યેા. એણે પ્રશ્ન પૂછ્યો, 'પૃથ્વીનેા વિસ્તાર અફાટ છે એ વાત સાચી; પણ આવડી મેાટી આ પૃથ્વી શાના આધાર પર ટકી હશે? પૃથ્વીના પેટમાં નીચે ને નીચે, ઊંડે સુધી ખેાદતા જ જઈએ તેા ક્યારેક પણ પૃથ્વીના ઊંડાણનેા અંત આવે ખરેા ? એમ થાય તેા ત્યાં શું હશે ?

જૂના જમાનામાં આવેા પ્રશ્ન-નાસ્તિકતાની નિશાની લેખાતેા. પણ પ્રશ્ન એટલે પ્રશ્ન. એનેા ઉત્તર અપાવેા જ જોઈએ. પૃથ્વીની નીચે જતાં અંત આવે તેા પૃથ્વીની અમાપતા જોખમાય ને ? અને છતાંય અંત નથી એમ કબૂલ શી રીતે કરાય ?

એક બીજી પણ મુશ્કેલી હતી. ઘણી વાર ધરતીકંપ થતેા હતેા: એટલે એ શાથી થાય છે એ પણ સમજાવવાની જરૂર હતી. અચળ સ્થિર પૃથ્વીના હિમાયતીઓએ જાહેર કર્યું કે પૃથ્વી એક વિશાળ-કાય હાથીની પીઠ પર આવેલી છે. એના ડેાલવાથી ભૂકંપ થાય છે.

પણ ત્યારે પ્રશ્ન ઉદ્ભવ્યેા – આ વિશાળકાય હાથી શાના ઉપર ઊભેલેા છે ? જવાબ મળ્યો, 'હાથી એક વિરાટ કાચબા પર ઊભેા છે.'

'પણ ત્યારે એ વિરાટ કાચબેા શાના ઉપર ઊભેા છે ?'

વધુ પ્રશ્નપરંપરા ન જન્મે એટલા માટે જવાબ આપવામાં આવ્યેા કે આ કાચબેા ક્ષીરસાગરમાં પેાઢેલા સ્વયંભૂ દેવતા છે, અને તેથી બધું અધ્ધર તેાળાઈ રહ્યું છે. ઈશ્વરનેા ઇનકાર કરવાની અશક્તિ-વાળા લેાકોએ માની લીધું કે ખરેખર બધું તેમ જ છે. વળી કાચબેા યા હાથી અંગ મરડે ત્યારે પૃથ્વી હાલે અને એ રીતે પૃથ્વી પર ધરતીકંપ થાય એ બાબત પણ સરળતાથી સમજાવી શકાઈ. વાતને વધુ વજનદાર

બનાવવા એમાં પાપપુણ્યનું વજન મૂકવામા આવ્યું. પૃથ્વી પર જ્યારે પાપ વધી જાય ત્યારે સ્વયંભૂ દેવતા દુઃખી થાય છે અને એમના મનઃસંતાપને કારણે ધરતીકંપ થાય છે. ઘણી વાર પાપ પુષ્કળ વધી જતા પૃથ્વીનું ક્ષીરસાગરમાં નિમજ્જન પણ થઈ જતું. એમ થયા પછી પાછો એનો ઉદ્ધાર કરવામાં આવતો. આ ઉદ્ધાર કરવા માટે ઈશ્વરને અનેક રૂપના અવતાર લેવા પડતા જેમ કે મત્સ્યાવતાર, કૂર્માવતાર વરાહ અવતાર વગેરે.

અનેક યુગો સુધી આ પ્રકારની માન્યતાઓ પ્રચલિત રહી. પણ આખરે માનવીની બુદ્ધિએ શંકાનું શરણુ લીધું અને એ વિજ્ઞાનના પંથે પળી. પૃથ્વીની સપાટી ટેબલ યા સ્લેટપાટીની સપાટી જેમ હાલતી નથી પણ ધ્રૂજે છે. કયારેક પૃથ્વીનો અમુક ભાગ વધુ કંપ અનુભવે છે.. પૃથ્વીના પેટમાં ચૂંક આવતી હોય એમ બનતું લાગે છે. અને તેથી દિગ્ગજના ડોલવાથી પૃથ્વી પર ધરતીકંપ થાય છે એ પ્રકારનું કારણુ ઠીક ન લાગ્યું. ઘણે ઠેકાણે તો, જમીનભાગ તૂટી પડી નીચે બેસી જતા જણાયા હતા; અને તેથી પૃથ્વીમાં આવો ફેરફાર કેમ થાય છે એનું કારણ પુરાણી તર્કપદ્ધતિ દ્વારા પૂરુ ન જ પાડી શકાયું.

બાદમાં અમાપ સમુદ્રોની મુસાફરી કરનારા સાહસિક નાવિકો નીકળ્યા અને એમણે દરિયાપારના દેશોની શોધ કરવા સાથે સાબિત કર્યું કે વાસ્તવમાં મહાસાગરોને અંત છે અને પૃથ્વી એક મોટો ગોળો છે. પૃથ્વીના આ ગોળા પર જમીન અને પાણી માર્ગે ગમે ત્યાં વિચરવા છતાંય પૃથ્વીથી અલગ થઈ જવાતું નથી. એટલું જ નહિ પણ અનંતના ગર્તનાં કયાંયે દર્શન કરી શકાતાં નથી.

ત્યારે સાચી વાત શી ?

સાચી વાત એટલી કે પૃથ્વી ઘણી વિસ્તરેલી હોવા છતાંય અમાપ નથી. ચારે દિશામાં વિસ્તરેલી લાગવા છતાંય એ બધી બાજુથી સીમિત ગોળાટવાળી છે. જમીનભાગ પછી પાણીનો ભાગ અને પછી જમીનનો ભાગ એમ અનુક્રમે ખંડ અને સાગરો ધરાવતી

પૃથ્વીની બધી બાજુએ, (પૃથ્વીથી ઉપર સઘળી બાજુએ) અનંતનો અવકાશી ગર્ત છે. એ અવકાશી ગર્તમાં સૂર્ય, ચંદ્ર, તારા અને ગ્રહો ફર્યા કરે છે.

પણ ત્યારે અચળ સ્થિર પૃથ્વીનું શું ? એ સ્થિર છે ખરી ?

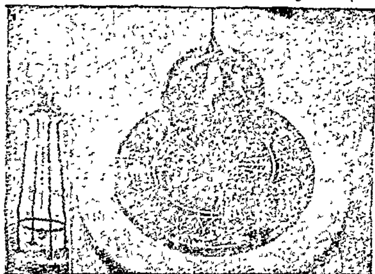
કશા પણ આધાર વિનાની ગોળ પૃથ્વી અવકાશમાં અધ્ધર લટકે છે. પૃથ્વીની પેઠે સૂર્ય અને તારા પણ અવકાશમાં અધ્ધર લટકે છે. એ સૌ પોતપોતાને સ્થાને આવેલા છે. એ બધાને પૃથ્વીની આજુબાજુ કોણ ફેરવતું હશે ? અને એમનું ફરવાનું પણ બરાબર સરખી રીતે બને ખરે ? કોઈ વધતું ઓછું ફરે તો ? પાસેના જ્યોતિ ધીમેથી અને દૂરના ઝડપથી ફરે એમ બને તો ?

આકાશી પદાર્થોમાં ઝડપથી ફરનારા જ્યોતિ સૂર્ય અને ચંદ્ર છે. એ બંને તારાઓની પૃષ્ઠભૂમિ પર ધીરે ધીરે સરકતા રહે છે. પણ એમની સરકવાની ગતિમાં ભારે ફરક છે. સૂરજ એક દિવસમાં જેટલું સરકે છે એથી ૧૩ ગણું વધુ ચંદ્ર એક દિવસમાં સરકે છે. તારાઓ સૂરજની પેઠે સરકતા દેખાતા નથી. એમનાં અરસપરસનાં અંતર તેનાં તે જ રહે છે. વળી સુરજ આજે જે તારા નજદીક દેખાયો હોય તે તારા નજદીક તે અનેક દિવસો બાદ દેખાય છે. સૂરજનું તારાઓ સમીપ દેખાવાનું ચક્ર નિયમિત છે. પૃથ્વી પરનાં માનવીઓએ જોયું કે પૃથ્વી પર લગભગ ૩૬૫ દિવસરાત પૂરાં થાય છે ત્યારે સૂર્યનું એક તારાચક્ર પણ પૂરું થાય છે. વળી એ ચક્ર-સમયો દરમિયાન ઋતુઓ પણ એના એ જ ક્રમમાં આવર્તન પામતી જણાય છે.

આ પરથી અનુમાન બાંધવામાં આવ્યું કે પૃથ્વી પોતાની ધરી પર ફરે છે તે કારણે તારા અને સૂર્ય એની આસપાસ ફરતા દેખાય છે. એટલે કે પૃથ્વી અચળ નથી પણ તારાઓ અચળ છે. આ અચળ તારાઓની પૃષ્ઠભૂમિ પર સૂર્ય સરકે છે. તો શું સૂર્ય પૃથ્વીની આજુબાજુ ફરે છે ખરો ? ના. સૂર્ય પૃથ્વીની આજુબાજુ ફરતો નથી. પોતાની ધરી પર ફરતી પૃથ્વી સૂર્યની પ્રદક્ષિણા કરે છે અને તેથી સૂર્ય તારાઓની પૃષ્ઠભૂમિ પર સરકતો દેખાય છે. એટલે બીજું

અનુમાન કરવામાં આવ્યું કે સૂર્ય પણ તારાઓની પેઠે અચળ છે. સૂર્યના દેખીતા આકાશી માર્ગના ૩૬૦ અંશ પાડ્યા છે. પૃથ્વીને સૂર્યની આજુબાજુ એક આંટો મારતાં લગભગ ૩૬૫ દિવસ થાય છે. આમ એક દિવસમાં સૂર્ય, આકાશમાં, રોજ, લગભગ એક અંશ જેટલું સરકે છે.

સૂર્યની આસપાસ પૃથ્વી ફરે છે એ કારણે ઋતુઓ થાય છે. ઋતુઓ થાય છે તેથી તેમ જ સૂર્ય દરરોજ એક અંશ જેટલું આકાશમાં સરકે છે તેથી માની શકાય કે પૃથ્વી સૂર્યની આસપાસ ફરે છે. પણ પૃથ્વી પોતાની ધરી પર ફરે છે એ કઈ રીતે સિદ્ધ કરાય?



ફોકોનું લોલક

એ માટેની જાણીતી સાબિતી ફોકોના લોલકની છે. અંદરથી પોલા પણ ખૂબ ઊંચા મિનારાની છતમાં ૨૦૦ થી ૨૫૦ ફૂટ લાંબા લટકતા લોલક વડે આ પ્રયોગ દર્શાવાય છે. વળ વિનાની દોરીને છેડે આ લોલક લટકાવાય છે. લોલકને બહારના બળનો કશો જ ધક્કો ન લાગે એ માટે મિનારાને ભોંયતળિયે, એક ઠેકાણે

(કરેરાના સળિયા સાથે) લોલકને લગભગ ૨૪ કલાક સુધી દોરાના બંધને બાંધી રાખવામાં આવે છે. પછી એ બંધનકર્તા દોરાને સળગાવી લોલકને એની મેળે ફરશ ઉપર ઝોલાં ખાવા દેવામાં આવે છે. લોલક પર બહારનું કોઈ દબાણ કામ કરતું હોતું નથી એટલે સ્વાભાવિક છે કે એના ઝોલાની ગતિદિશા એકની એક જ રહે. પ્રયોગો પરથી જણાયું કે એમ બનતું નથી. લોલકની ગતિદિશા એકની એક રહેતી નથી. આમ બન્યું શાથી? કારણ કે પૃથ્વી સ્થિર નથી. લોલકની નીચે એણે ધીરે ધીરે પોતાની કાયા મરડયા કરી છે. અને તેથી લોલકની ગતિદિશા બદલાતી રહી છે. આમ આ પ્રયોગ પૃથ્વીના અક્ષ-ભ્રમણને સાબિત કરે છે.

અને છતાંય એક બીજો ભ્રમ ઘણાં જણના મનમાં રહી જાય છે. પૃથ્વી ફરે છે ત્યારે એની ઉપરનું વાતાવરણ જયાંનું ત્યાં રહી જાય છે એમ અનેક જણ માને છે. પણ આ વાત ભૂલભરેલી છે. પૃથ્વીનું વાતાવરણ પૃથ્વીની સાથે સજ્જડ રીતે ચોંટેલું છે. પૃથ્વીના ફરવા સાથે એ પણ ફરતું રહે છે.

પૃથ્વીનું વાતાવરણ અચળ હોત તો વિમાન દ્વારા ઊંચે આકાશમાં ચડી, પૃથ્વીને વિમાન નીચે ફરી જવા દઈ, પૃથ્વી તરફનો કૂદકો મારતાં જુદા જ દેશમાં ઊતરી શકાયું હોત. પણ આમ બનતું નથી. આ સાબિત કરે છે કે પૃથ્વી પોતાના વાતાવરણને પણ પોતાની સાથે લઇ ને જ ફરે છે. વિષુવવૃત્ત આગળ પૃથ્વીના ફરવાનો વેગ દર કલાકે ૧,૦૦૦ માઈલનો છે. [વિષુવવૃત્તથી ઊંચેના (અવકાશમાં) વાતા-વરણનો ભ્રમણવેગ આનાથી પણ વધુ છે.] એથી ઊલટું ધ્રુવ તરફ જતાં એ ભ્રમણવેગ ઓછો થતો જાય છે.

રહી ચંદ્રની વાત.

એ કેવી રીતે ફરે છે?

ચંદ્ર પણ પૃથ્વીની માફક પોતાની ધરી પર ફરે છે. વળી તે પૃથ્વીની આસપાસ પણ ફરે છે. ચંદ્રને પૃથ્વીની આસપાસ એક આંટો લગા-વતાં ૨૭⅓ દિવસ લાગે છે. પોતાની ધરી પર ફરતાં પણ એને એટલો જ સમય લાગે છે. આમ સૂર્યની આજુબાજુ પૃથ્વી અને પૃથ્વીની

આજુબાજુ ચંદ્ર ફરે છે. અને એ કારણે ચંદ્રનું એક તારા આગળનું સ્થાન, ફરી ફરીને તે જ તારા આગળ આવે એટલામાં લગભગ ૨૯½ દિવસ વીતે છે.

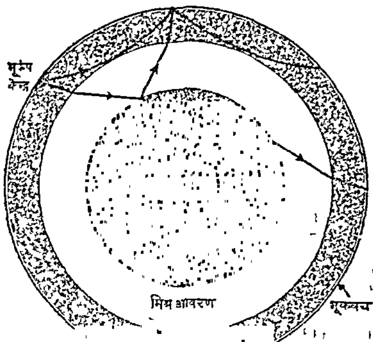
૨

પૃથ્વીનું અંતરાળ

દૂર દૂર અવકાશમાં રહેલા તારા અને તારાવિશ્વોની વાતો મેળવનારા વૈજ્ઞાનિકો પૃથ્વીના પેટાળ સંબંધે બહુ જ ઓછી માહિતી મેળવી શક્યા છે. એ અંગે જે કાંઈ હકીકતો મેળવી શકાઈ છે તે બધી ધરતીકંપનાં મોજાં પૃથ્વીમાં કઈ રીતે પ્રસરે છે એના અભ્યાસ દ્વાર મેળવી શકાઈ છે.

સ્થિતિસ્થાપક પદાર્થમાં થઈ પસાર થતા કંપતરંગો બે પ્રકારના છે – મુખ્ય અને ગૌણ. મુખ્ય તરંગો ધરતીકંપ થયા પછી સૌથી પહેલા નોંધાય છે. ગૌણ તરંગો ત્યાર પછી નોંધાય છે. આ બંને તરંગો વચ્ચે એક બીજો પણ ફરક છે. મુખ્ય તરંગો ધ્વનિના તરંગોની પેઠે માધ્યમને સંકોચી વિમોચી પસાર થતા હોય છે જ્યારે ગૌણ તરંગો પ્રકાશના તરંગોની પેઠે માધ્યમના અણુઓને તરંગ દિશાના કાટખૂણે ધ્રુજાવતા હોય છે. આ તરંગોની ખાસ વિશેષતા એ છે કે તે પ્રવાહીમાં થઈ પસાર થઈ શકતા નથી.

જુદા જુદા પ્રકારના ખડકોની સ્થિતિસ્થાપકતા અને ઘટત્વના પ્રયોગો તેમ જ ધરતીકંપના તરંગોના ઊંડા અભ્યાસને પરિણામે જણાયું છે કે પૃથ્વીના અંતરાળના મુખ્યત્વે ત્રણ વિભાગ પાડી શકાય. પૃથ્વીનો છેક ઉપરનો જે પોપડો છે તે ૨૫ થી ૪૦ માઈલ જાડાઈનો છે. એને ભૂકવચ કહે છે. ભૂકવચની નીચે ૨,૦૦૦ માઈલ જાડાઈનું એક આવરણ છે. આ આવરણને અવાંતર પડ યા મિશ્રાવરણ કહે છે. અવાંતર પડની નીચે પૃથ્વીનો કેન્દ્રભાગ છે. એને ભૂગર્ભ કહેવામાં આવે છે. પૃથ્વીના એ ભૂગર્ભની પહોળાઈ લગભગ ૪૦૦૦ માઈલની છે. ભૂગર્ભ પૃથ્વીનો આરેમાં આરે વિભાગ છે.



પૃથ્વીના આવરણ

પૃથ્વીનુ વિશિષ્ટ ગુરુત્વ ૫.૫ છે. એટલે કે સરખા કદના પાણી સાથે પૃથ્વીના દળ (વજન)ની તુલના કરવામાં આવે તો પૃથ્વીનુ વજન પાણીના વજન કરતા ૫.૫ ગણું થાય. ભૂકવચ જે ખડકોનુ બનેલું છે તેનું વિશિષ્ટ ગુરુત્વ ૨.૮ છે. આનો અર્થ એ થયો કે પૃથ્વીનો છેક ઉપરનો ભાગ હલકો છે આ હિસાબે પૃથ્વીના કેન્દ્રભાગને સૌથી ભારે માનવો રહ્યો. ભૂગર્ભનું વિશિષ્ટ ગુરુત્વ ૧૦ થી ૧૨ જેટલું છે. આ દર્શાવે છે કે પૃથ્વીનો કેન્દ્રભાગ લોખંડ અને નિકલ સાથે મિશ્ર થયેલી બીજી ભારે ધાતુઓનો બનેલો હોવો જોઈએ. વળી પૃથ્વીના એ ભાગમાં થતુ દબાણ પણ ઘણું વધારે છે. પૃથ્વીની સપાટી પર થતું વાતાવરણનું

દબાણ એક દબાણ ગણાય છે. ભૂગર્ભના કેન્દ્રભાગે થતું દબાણ ૩૨,૦૦૦ વાતાવરણના દબાણ જેટલું છે! દબાણ થાય ત્યાં ઉષ્ણતામાન વધે જ ને? પૃથ્વીના કેન્દ્રભાગનું ઉષ્ણતામાન ૩૦૦૦ અંશ (સેન્ટી) જેટલું છે. આટલા ઉષ્ણતામાને ઘણીખરી ધાતુઓ પીગળી જાય છે. એટલું જ નહિ પણ તેમની ચુંબકીય અને એવી અન્ય શક્તિઓનો પણ લોપ થાય છે.

પૃથ્વીના પેટાળમાંનું દ્રવ્ય ઘનરૂપમાં હશે કે પ્રવાહી રૂપમાં એ પણ એક અણઉકેલ્યો પ્રશ્ન છે. ગૌણ ધરતીકંપ તરંગો પૃથ્વીના ગર્ભમાં થઈ પસાર થતા નથી. એટલે એટલું તો ચોક્કસપણે કહી શકાય કે ભૂગર્ભ પ્રવાહી હોવો જોઈએ. પણ એ પ્રવાહી કેવા પ્રકારનો હશે (મુરબ્બા જેવો કે ડામર જેવો) એ વિષે કશી વધુ માહિતી હજી ઉપલબ્ધ થઈ શકી નથી.

ભૂગર્ભને વીંટળાઈ રહેલું અવાંતર પડ અનેક જુદા જુદાં પડોનું બનેલું મિશ્રપડ છે. આ આવરણ ગુણધર્મની દૃષ્ટિએ ભૂગર્ભ કરતાં સાવ જુદા પ્રકારનું છે મુખ્ય ભૂકંપ તરંગોના અભ્યાસ પરથી માલૂમ પડયું છે કે આ અવાંતર પડ લોખંડ, રેતી, મેગ્નેશિયમ અને પ્રાણવાયુના સંયોજનથી બનેલું છે. વળી એ બધે એકસરખા પદાર્થોવાળું યા એકસરખી બનાવટવાળું પણ નથી.

ભૂકવચની થોડી વાત ઉપર કરી ગયા. ભૂકવચનો જે ભાગ ખુલ્લો થઈ શકયો છે તેની પરીક્ષા કરતાં માલૂમ પડયું છે કે ભૂકવચ સામાન્ય રીતે ગ્રેનોઈટ યા કાળમીંઢ પથ્થરનું બનેલું છે. કાળમીંઢ પથ્થરો પૃથ્વીના પેટાળમાંથી નીકળી ઠરી ગયેલા લાવા રસના બનેલા છે. સમુદ્રને તળિયે કાળમીંઢ પથ્થરો નથી: હિમાલય નૂતન પહાડ છે. પહેલાં હિમાલય ન હતો. એને ઠેકાણે વિસ્તૃત સમુદ્ર લહેરાતો હતો: હિમાલય પર્વતની બનાવટ વેળુપાષાણની છે. એ જળકૃત ખડકોનો બનેલો છે. એનામાં કાળમીંઢ પથ્થરની છાંટ સરખી પણ નથી. એથી ઊલટું ભારતના દક્ષિણ ભાગના પહાડ મોટે ભાગે કાળમીંઢ પથ્થરોના બનેલા છે.

પૃથ્વીના અંતરાળનો અભ્યાસ ખગોળશાસ્ત્રીઓ કરતાં ભૂતત્ત્વ-વિદોએ વધુ કર્યો છે. એમનું કહેવું છે કે પૃથ્વીની સપાટીની નીચે ૧૮૬ માઈલ્સ જેટલા ઊંડે ઊતરતાં ત્યાંનું ઉષ્ણતામાન પૃથ્વીના જન્મ સમયે હતું તેટલું (લગભગ ૩૦૦૦ અંશ સેન્ટી.) અનુભવવા મળે એમ છે. એ પંડિતો કહે છે કે આ સ્થળેથી માંડી ઠેઠ ભૂકેન્દ્ર સુધી લગભગ એકસરખું જ ઉષ્ણતામાન છે.

ઉપરથી ઠંડી દેખાતી સ્નેહમયી પૃથ્વીનું કેવું ધગધગતું ગરમ હૃદય !

૩

રજનીપતિ ચંદ્ર

દિવસ અને રાત વચ્ચે કેવો ભારે ફરક છે ! દિવસનું અજવાળું પથરાતાં પૃથ્વી પર આનંદ આનંદ થઈ રહે છે. રાત્રિના જામવા સાથે અંધકારના ઓળા પૃથ્વી પર ઊતરવા માંડે છે અને ત્યારે સારી ચેતન સૃષ્ટિ, એક રીતે, કાલિમાના મહાસાગરમાં ડૂબી જાય છે – કહો કે અજવાળાની નિષ્ફળ શોધ માટેના નિરાશાગર્તમાં ડૂબી જાય છે.

પણ નિરાશામાંયે આશાબીજ રહેલું છે. દિવસનો પ્રખર પ્રકાશ લુપ્ત થતાં, પ્રકાશબિંદુ સમા અનેક નાના મોટા તારલાઓથી રાત્રિનો શ્યામલ સાળુ દીપી ઊઠે છે. આકાશમાં ચંદ્ર હોય છે ત્યારે રાત્રિની શોભા વધી જાય છે. સૃષ્ટિ પર ફેલાયેલા તિમિરને પોતાના કિરણકર વડે દૂર કરતો ચંદ્ર કેવો શીળો અને મધુર લાગે છે ! એથી તો લોકો એને રજનીપતિના મીઠા નામથી ઓળખે છે. ચંદ્રનું એક નામ મયંક પણ છે. મયંક કેવું અમીભર્યું નામ છે ! મયંકનો-અર્થ અમૃત થાય છે. અમૃત વરસાવતા ચંદ્રનું એક નામ અમૃતાંશુ પણ છે.



બીજનો ચંદ્ર

ચંદ્રની ખરી શોભા એની કળાની છે કમાનનું રૂપ ધારણ કરી પશ્ચિમને ઘડી બે ઘડી ચૂપચાપ અજવાળી જતો ચંદ્ર કેવો આહ્‌લાદક લાગે છે ! અને બાદમાં કળાવૃદ્ધિ પામતે ચંદ્ર પૂર્ણિમાનો ચંદ્ર બને છે ત્યારે એના રૂપેરી તેજના વર્ષણ ઝીલતી પૃથ્વી કેવું ચંદ્રિકાસ્નાન કરે છે !

ચંદ્ર જેવો રૂપાળો છે એવી જ શીતળ એની ચાંદની છે. સ્નિગ્ધ જ્યોત્સ્નાને કારણે કવિઓ ચંદ્ર પર મુગ્ધ બને છે પણ વૈજ્ઞાનિકો એમ ગાંડા થતા નથી ક્વચિત્ વાંકી કટાર જેવો તો કદીક અર્ધી ચાનકી જેવો આકાર બદલતા એ ચંદ્ર પાસે નથી પોતાનું તેજ કે નથી પોતાનું મોહક રૂપ ! ડુંગર દૂરથી રળિયામણા એ ન્યાયે ઊંચા પહાડો અને ખાડાટેકરાવાળો ચંદ્ર સૂર્યપ્રકાશનું પરાવર્તન કરી સૌન્દર્યમૂર્તિનું રૂપ ધારણ કરે છે

પણ એ રૂપમૂર્તિ ચંદ્ર પર કાળી છાયા જેવું કંઈક દેખાય છે એ જોયું છે ને ? એ છે ચંદ્રકલંક સોનાની થાળીમાં લોઢાની મેખ ચંદ્રકલંક ચંદ્ર પરના પહાડો અને ખીણોની સંમિશ્ર છાયાનું જ રૂપ છે.

કલંકવાળું કલંકિત લેખાય ચંદ્રનું એક નામ શશાંક છે. ચંદ્રના કલંકનું સસલા જેવું રૂપસામ્ય જોઈને એને એવું નામ આપવામાં આવ્યું છે કોઈને સસનું દેખાવાને બદલે મૃગનું દેખાયું અને તેણે ચંદ્રકલંકને નામ આપ્યું મૃગાંક ગમે તે નામ આપો પણ ચંદ્ર પર કલંક છે એ વાત સાચી

કુદરતની શોભાને વધુ દીપાવે છે મનુષ્યની કળા. પણ જ્યાં મનુષ્યની હસ્તી જ નથી તેવા ઉજ્જવળ ચંદ્રલોકમાં અટારીવાળી મેડીઓ યા ઘાસપાનનાં છાપરાં ક્યાંથી હોય? આમ છતાંય (ચંદ્ર પર પ્રાણીનિર્મિત કશી સૃષ્ટિ ભલે ન હોય) ચંદ્ર પર સૃષ્ટાનિર્મિત અદ્દભુત સૃષ્ટિનું નિર્માણ થયેલું છે. જેમને પાદાક્રાંત કરવાની હિંમત મનુષ્ય ન દાખવી શકે એવી લાંબી, પહોળી અને ઊંડી ખીણો, ઊંચાનીચા પહાડ પર્વતો અને રજતકંગૂરા જેવાં જ્વાળામુખો તથા જળહીન પણ વિશાળ વિસ્તારવાળા સ્નિગ્ધ સાગરોથી ચંદ્રભૂમિ ખૂબ જ શોભે છે.



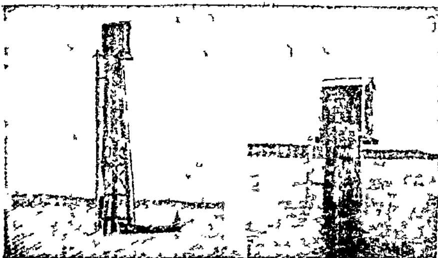
ચંદ્રભૂમિ – ખડકો અને જ્વાળામુખો

આજે આપણે ચંદ્ર સુધી ઊડી શકતા નથી પણ ભવિષ્યમાં એક દિવસ એવો ઊગશે જ્યારે ચંદ્ર પર આસાનીથી ઊતરાણ કરી શકાશે. ચંદ્ર પર કશી વસાહત નથી એટલે ચંદ્ર પર ઊતરનારા યાત્રીઓને જીવનાધાર સમા પ્રાણવાયુના થેલાઓનો ભાર, ગોકળગાયની પેઠે પીઠ પર લાદીને જ ચંદ્ર પર હરવું ફરવું પડશે, અને વળી શિખરિણી બનીને પહાડો ચડવા પડશે. અતિતપ્ત ચંદ્રભૂમિ પર ચાલવા અને સૂરજની ગરમીથી (ખાસ કરીને અલ્ટ્રા વાયોલેટ મૃત્યુકિરણોથી) શરીરનું રક્ષણ કરવા જરૂરી ગરમી શામક પોશાક પણ પહેરવો પડશે. ખાવાપીવાની તેમ જ બીજી જીવનોપયોગી વસ્તુઓ લઈ ચંદ્ર પર ચાલતા મનુષ્યને કેટલો ભાર સહેવો પડશે? ચિંતાનો સવાલ લાગે છે નહિ? પણ ના એમ નથી. ચંદ્ર લોકની વાત ન્યારી છે. ત્યાં બોજાનો ભાર બહુ ઓછો લાગે છે. પૃથ્વી પરનો ત્રણ મણનો બોજો ત્યાં માત્ર ½ મણના બોજા જેટલો જ લાગશે. અને બીજી વાત જાણી? ચંદ્ર પર ચલાશે. પણ ઘણું લાંબું. ચંદ્ર પર પૃથ્વીના હિસાબે ૭ ગાઉ અંતર કાપી શકાશે. કહો સોનામાં સુગંધ ભળવા જેવી વાત છે ને?

ચંદ્રની કળા ક્ષય અને વૃદ્ધિ એમ બંને પ્રકારની છે. પૂર્ણચંદ્ર માત્ર પૂનમને દિવસે થાય છે. ક્ષય કળા દાખવતો ચંદ્ર તદ્દન અદશ્ય રહ્યાની કળા જે દિવસે દાખવે છે ત્યારે અમાસ થાય છે. અમાસ એ અમાવસ્ પરથી બનેલો શબ્દ છે. અમા એટલે ભેગા અને વસ્ એટલે રહેવું. પૂર્ણિમાને દિવસે સાંજે, સૂર્ય અને ચંદ્ર સામસામી દિશામાં દેખાય છે પણ અમાસની સાંજે એ બંને સાથે જ પશ્ચિમમાં હોય છે.

મહિનાની યોજના ચંદ્રકળાના આધારે થઈ છે. એક સૂર્યોદયથી બીજા સૂર્યોદય સુધીનો સમય એક દિવસ લેખાય છે. એ રીતે એક પૂર્ણિમાથી બીજી પૂર્ણિમા સુધીનો સમય-અવધિ મહિનો ગણાય છે. ચંદ્રની કોઈ એક કળાથી તેવી જ બીજી કળા સુધીની અવધિને પણ મહિનો ગણાય. ઉત્તર ભારતમાં પૂનમથી પૂનમ સુધીના મહિના

ગણાય છે ગુજરાતમા દિવાળી આસોની અમાસે આવે છે પણ ઉત્તર હિંદમા એ દિવસ આસો ને બદલે કારતકની અમાસ લેખાય છે.



ભરતી અને ઓટ

સૂર્યની ગેરહાજરીમા ચંદ્ર પૃથ્વીને અજવાળે છે એ તેનો એક ઉપકાર છે પણ એનો સૌથી મોટો ઉપકાર સમુદ્રના પાણીમા ભરતી લાવીને વાણિજ્યમા મદદ કરવાનો છે ભરતીના કારણે વહાણો અંદરમા ઊંડે સુધી અંદર આવી શકે છે સમુદ્રકિનારે બેસી મોટી ભરતી જોવાની ભારે મજા પડે છે ઘડી પહેલા જ્યા રેતીનો પટ દેખાતો હોય તેવા કારા સમુ વિસ્તાર પર એકદમ પાણી આવવા લાગે છે પાણીના નાના નાના મોજા થોડા જ સમયમા મોટા બની જઈ કિનારા સુધી આવી પહોંચે છે અને પછી એ બધા ખૂબ તેમજ પ્રેમપૂર્વક કિનારાને ભેટ્યા કરે છે

ભરતી સમુદ્રના કિનારા ઘસી નાખે છે એવુ ઘણા નહિ જાણતા હોય અને કદાચ આ વાત જાણતા હશે તો ભરતી વડે

પૃથ્વીની દૈનિક અક્ષભ્રમણ ગતિમાં ફરક પડે છે એ વાત તો બહુ જ ઓછાં જાણતાં હશે. પૃથ્વી પોતાની ધરી પર ૨૪ કલાકમાં એક આંટો મારે છે. ચંદ્રની ભરતીને કારણે પૃથ્વીની અક્ષભ્રમણ ગતિમાં વિક્ષેપ પડે છે. અને તેથી, ધીરે ધીરે, દિવસની લંબાઈ વધતી જાય છે. વૈજ્ઞાનિકો કહે છે કે જૂના જમાનામાં પૃથ્વીનો દિવસ માત્ર ચાર કલાકનો હતો પણ ચંદ્રે ભારે ભરતીનાં મોજાં ધરતી સાથે અફાળીને એ સમયને ધીરે ધીરે લંબાવ્યે રાખ્યો છે. પણ ત્યારે આવું કૃત્ય કરનાર ચંદ્રને શી શિક્ષા થઈ છે એ જાણો છો? પહેલાં એ પૃથ્વીની પાસે હતો અત્યારે એને દૂર વસવું પડ્યું છે. એની ભરતીની કરામત અત્યારે પણ ચાલુ જ છે અને તેથી એ હઠયે દૂર ને દૂર અવકાશમાં સરકતો જાય છે. અને એનું એમ સરકવાનું ચાલશે પણ ઘણા લાંબા સમય સુધી.

આપણને બધાંને એક જ રીતે (મુખે) જોતા ચંદ્રની કેવી વિપરીત દશા!

૪

અકલાન્ત સૂર્ય

ભિક્ષુ બનવા આવ્યા છે.

કોને પસંદ કરશો? ચંદ્રને કે સૂર્યને?

ચંદ્ર શીળો છે અને કળા કરે છે એટલે એને પસંદ કરવાનું મન થાય: પણ એ પસંદગી સાચી નથી. ચંદ્ર સૂર્યનો આશ્રિત છે. ચંદ્રનું તેજ એનું પોતાનું નથી. એ સૂર્ય પાસેથી ઉછીનું મેળવેલું છે. શિયાળાની કડકડતી ઠંડી ચંદ્ર ઉરાડે ખરો? એની પાસે એવી ગરમી છે જ ક્યાં? ચંદ્ર રાતે અજવાળું આપે છે, પણ એ બાબત ખાસ વિશેષ મહત્ત્વ ધરાવતી નથી. ચંદ્રનું ખાસ મહત્ત્વ છે

ભરતીઓટનું. સૂર્ય ચંદ્ર વચ્ચેની પસંદગી વખતે આપણે ચંદ્રને જતો કરીએ તો માત્ર ભરતીઓટનું ખાસ નુકસાન થાય. પણ સૂર્યને જતો કરીએ તો?

તો પૃથ્વી પરની સઘળી સૃષ્ટિનો લોપ થાય.

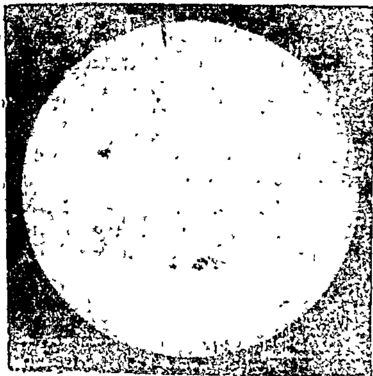
પૃથ્વી પરની ભાગ્યે જ કોઈ એવી ઘટના હશે કે જેના મૂળમાં સૂર્યશક્તિનો હિસ્સો ન હોય. આપણે ગરમી અને પ્રકાશના રૂપમાં સૂર્યની સીધી શક્તિ મેળવીએ છીએ પણ લાકડું, કોલસા યા તેલ વગેરે બાળીને જે ગરમી અને પ્રકાશ મેળવીએ છીએ તે પણ સૂર્યની સંગૃહિત શક્તિને જ આભારી છે. સૂર્યનાં કિરણ જીવંત વનસ્પતિ પર પડે છે. પૃથ્વીના વાતાવરણમાં અંગારવાયુ (કાર્બોનિક એસિડ ગૅસ) છે. સૂર્યકિરણની હાજરીમાં, વનસ્પતિ અંગારવાયુમાંથી કાર્બન ખેંચી લઈ પ્રાણવાયુને મુક્ત કરે છે. આમ વનસ્પતિમાં ધીરે ધીરે કાર્બનનો સંચય થતો જાય છે. લાકડું સુકાઈ જાય યા દબાઈને કે તપીને કોયલો બની જાય ત્યારે એને સળગાવતાં પેલો કાર્બન હવામાંના પ્રાણવાયુ સાથે ભળીને બળે છે. અને ત્યારે એ સૂર્યશક્તિને મુક્ત કરવા ઉપરાંત અંગારવાયુ પણ આપે છે.

કોયલામાં, તેલમાં અને પડતા પાણીમાં પણ સૂર્યની જ શક્તિ સંગ્રહાયેલી છે. પવન પણ, પૃથ્વી પર ઉત્પન્ન થતા ઓછા વધતા વાતાવરણના દબાણને કારણે ઉત્પન્ન થાય છે. વાતાવરણના દબાણમાં ફરક પડે છે સૂર્યની ગરમીને કારણે. આમ પવન પણ સૂર્યને લીધે જ ઉત્પન્ન થાય છે. સૂર્યપ્રકાશ વગર ઝાડ કે જંગલ, કોયલા યા તેલનું અસ્તિત્વ સંભવિત નથી. સૂર્ય જ જીવન ટકાવનાર શક્તિનો સ્રોત છે. સૂર્ય વિના પૃથ્વી જડ અને મૃત બની જાય.

પૃથ્વીવાસીઓને સૂર્ય જ સૌથી વધુ ઉપયોગી છે. ચંદ્ર અને ગ્રહો ન હોય તોપણ ચાલે, તારા વિના પણ ચલાવી લેવાય, પણ સૂર્ય

વિના એક ઘડી પણ ન ચાલે. ચંદ્રની ગેરહાજરીથી પૃથ્વીની ગતિમાં થેાડેા ફરક પડતાં યા ભરતીનું જોર ઓછું થઈ જતાં વહાણવટામાં થેાડી તકલીફ પડશે. પણ તેથી વહેવાર સાવ અટકી નહિ જાય. એથી ઊલટું, સૂર્ય જરાક આઘેાપાછેા થાય (આપણી પાસે આવે યા આપણાથી થેાડેા દૂર જાય) તેા ગરમીના વધવા યા ઘટવાને કારણે પૃથ્વી પરના જીવનનેા લેાપ થઈ જાય.

પ્રશ્ન થશે કે સૂર્યમાં આ શક્તિ ક્યાંથી આવે છે? એ પ્રકટે છે કઈ રીતે?



સૂર્ય

પ્રથમ શક્તિની વાત કરીએ. એનો નાનામાં નાનો એકમ 'અર્ગ' છે. એક ગ્રામ પદાર્થ દર સેકંડે ૧ સેન્ટિમીટરના વેગથી ઊંચો યા નીચો થાય તો તેમ કરવા એક અર્ગ શક્તિની જરૂર પડે છે. વ્યવહારનો સામાન્ય મોટો શક્તિ-એકમ અશ્વબળ છે.

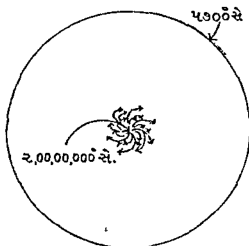
પૃથ્વીના એક ચોરસ સેન્ટિમીટર જેટલા ભૂભાગ પર લંબરૂપે પડતી સૂર્યની શક્તિ ૧૩૬ લાખ અર્ગ જેટલી થાય છે. એકાદ-નાના ગામને આખા દિવસ દરમિયાન મળતી સૂર્ય-શક્તિની કિંમત રૂપિયામાં કરવા જઈએ તો એ ઘણી મોટી થાય. પંડિતોનું કહેવું છે કે પૃથ્વી પર દર સેકંડે પડતી સૂર્ય શક્તિ દર ચોરસ માઈલે ૪૬,૯૦,૦૦૦ અશ્વબળની છે.

સૂર્યમાંથી પૃથ્વીને વર્ષ દરમિયાન મળતી શક્તિ અનેક અબજ અશ્વબળની છે. આમ છતાંય એ શક્તિનો બહુ જ થોડો ભાગ પૃથ્વી સંઘરી શકે છે. એનો મોટો ભાગ અવકાશમાં ચાલ્યો જાય છે. કોયલા, તેલ વગેરે બાળીને જે શક્તિ ઉત્પન્ન કરવામાં આવે છે તે આ સંગૃહિત શક્તિનો અતિ અલ્પ અંશ છે. વર્ષ દરમિયાન પૃથ્વીને મળતી સૂર્યશક્તિ પૃથ્વી પરનાં સઘળાં બળતણ (લાકડું, કોયલા, તેલ વગેરે) બાળીને મેળવવામાં આવતી શક્તિ કરતાં અનેક અબજ ગણી વધારે છે.

આટલી અમાપ શક્તિ આપનાર સૂર્ય કેટલો ગરમ અને કેટલો મોટો હોવો જોઈએ?

પ્રયોગો પરથી માલૂમ પડ્યું છે કે ગરમ પદાર્થોનો ગરમી - નિક્ષેપ એમના ઉષ્ણતામાનના ચતુર્ઘાતના પ્રમાણમાં પલટાય છે. સૂર્યમાંથી વિકિરિત થતી ગરમીનો હિસાબ કરતાં જણાયું છે કે સૂર્યની સપાટીનું ઉષ્ણતામાન લગભગ ૭ હજાર અંશ (સેન્ટિ.) છે. આ ઉષ્ણતામાનની કલ્પના જ કરવી રહી. એટલું ઊંચું ઉષ્ણતામાન પૃથ્વી પર પેદા કરી શકાય તેમ નથી. ૭ હજાર સેન્ટિ. અંશ ઉષ્ણતામાને

ઘન તેમ જ પ્રવાહી વસ્તુઓ વાયુરૂપ બની ઊડી જાય. આ દર્શાવે છે કે સૂર્ય ઘન નહિ પણ વાયુ સ્વરૂપ છે.



સૂર્યનું ઉષ્ણતામાન

પણ આ થઈ સૂર્યની સપાટી પરના ઉષ્ણતામાનની વાત. સૂર્યના કેન્દ્ર ભાગનું ઉષ્ણતામાન બે કરોડ અંશ સેન્ટિ. જેટલું છે.

અને છતાંય આશ્ચર્યની વાત એ છે કે સૂર્ય સંપૂર્ણતઃ વાયુ ગોળો જ છે.

વાયુ અંગેની આપણી કલ્પના અતિ પાતળા અને હલકા દ્રવ્યની છે. પૃથ્વી પરના સામાન્ય ઉષ્ણતામાને, વાયુ પદાર્થ કરતાં પ્રવાહી પદાર્થ વધુ ઘટ્ટ રહે છે. પણ ઊંચા ઉષ્ણતામાને આ સ્થિતિ રહેતી નથી. સૂર્ય વાયુનો બનેલો છે પણ એના સમગ્ર દ્રવ્યનું સામાન્ય ઘટત્વ પાણીના ઘટત્વ કરતાં ૧.૪ ગણું છે. આનો અર્થ એ થયો કે સૂર્યનું વાયુદ્રવ્ય પ્રવાહી પાણી કરતાં પણ વધુ ઘટ્ટ છે. આ થઈ સમગ્ર સૂર્યના (સૂર્ય બધે જ એકસરખો ઘટ્ટ હોય તે રીતના) સામાન્ય ઘટત્વની વાત. પણ સૂર્યનું દ્રવ્ય બધે એકસરખું ઘટ્ટ નથી. કેન્દ્ર ભાગ તરફ જતાં તે વધુ ઘટ્ટ બનતુ જાય છે. વાયુની ખાસિયત છે કે તે અતિ દબાણ નીચે સંકોચાઈ શકે છે અને દબાણ ખસી જતાં બને તેટલો વિસ્તાર સાધે છે. પૃથ્વીની સરખામણીમાં સૂર્ય એક વિરાટ ગોળો છે. પૃથ્વી જેવડા તેર લાખ ગોળા ભેગા કરીએ તો એક સૂર્ય બની શકે. દર

મિનિટે એક, એમ પૃથ્વી જેવડા ગોળા બનાવી ભેગા કરવાનું કામ ચાલે તો લગભગ અઢી વર્ષના અવિરત પરિશ્રમ બાદ સૂર્ય જેવડો ગોળો નિપજાવી શકાય.

વાયુરૂપ સૂર્ય આવડો મોટો છે. આવા મોટા સૂર્યના કેન્દ્રભાગ પર કેટલું ભારે દબાણ થતું હશે તેની કલ્પના કરો. કેન્દ્રભાગનું વાયુ-દ્રવ્ય ૧૦ અબજ વાતાવરણનું દબાણ અનુભવે છે. એ કેન્દ્રભાગમાંથી સહેજ જેટલો પણ ભાગ સપાટી પર આવે તો દબાણ ઘટવાને કારણે તે ફૂલી જઈ અતિ વિસ્તાર પામવાનો.

આવો વિરાટ સૂર્ય જ ભારે શક્તિનું દાન કરી શકે ને! સૂર્યનું દાન પણ કેવું વિરાટ છે! પૃથ્વી અને બીજા ગ્રહોને શક્તિ આપવા માટે તે દર સેકંડે ૪૦ લાખ ટન દ્રવ્ય વાપરી નાખે છે. સૂર્ય અને બીજા તારા મોટે ભાગે હાઈડ્રોજનના બનેલા છે. ઊંચા ઉષ્ણતામાને, આ હાઈડ્રોજન તારા યા સૂર્યમાંના કૉર્બન સાથે ભળીને અનેક રૂપાંતર પામે છે અને છેવટે હેલિયમ અને શક્તિના રૂપમાં પલટાઈ જાય છે. આ પ્રક્રિયા દ્વારા, સૂર્ય પર, દર સેકંડે છપ્પન કરોડ ચાળીસ લાખ ટન હાઈડ્રોજનનું છપ્પન કરોડ ટન હેલિયમમાં અને ચાળીસ લાખ ટન ગરમી અને પ્રકાશ આપતી શક્તિના રૂપમાં પરિવર્તન થઈ જાય છે.

તમને થશે, '૪૦ લાખ ટન!! આ તો બહુ ભારે ઘસારો કહેવાય. સૂર્યનું દ્રવ્ય આ રીતે વેડફાતું (!) રહે તો એ થોડાં જ વર્ષમાં નામશેષ ન થઈ જાય?'

પણ એવી ભીતિ રાખવાની કશી જરૂર નથી. હિસાબ કરતાં માલૂમ પડયું છે કે આજની રીતે દ્રવ્ય ખર્ચ કરવા છતાંય હજી દસ અબજ વર્ષ સુધી સૂર્ય ઉપર્યુક્ત રીતે એકધારી શક્તિ આપી શકશે. સૂર્ય યુવાન તારો છે. એને જન્મ્યે વધુમાં વધુ ૭ અબજ વર્ષ થયાં છે.

એક દિવસમાં અનેક ટન હાઈડ્રોજન ખર્ચતા સૂર્યની સર-ખામણીમાં પૃથ્વીમા સંગ્રહાયેલો શક્તિભંડાર કેટલો ક્ષુદ્ર છે! પૃથ્વી

પર દિવસે દિવસે ઘટતાં જતા કોયલા, તેલ વગેરે સૂર્યના અપ્રત્યક્ષ દાનની સરખામણીમાં સૂર્યનું પ્રત્યક્ષ ગરમી–શક્તિનું દાન કેટલું મોટું અને વિરાટ છે ! સૂર્યમાથી મળતી શક્તિને સીધી રીતે નાથી શકાય તો ભવિષ્યમા, પૃથ્વી પરના કોયલા, તેલ વગેરે ખૂટી પડવાની ભીતિ ટાળી શકાય.

ઈંધન દ્રવ્ય ખૂટી જવાની ભીતિ ટળે કે ન ટળે, પણ એક વાત સત્ય છે કે જતે દહાડે પૃથ્વીનું સંચિત ઈંધન દ્રવ્ય ખૂટી જ જવાનું છે. એ ફરીથી નવે નામે સંચિત થાય તેમ નથી. ઊલટ પક્ષે સૂર્યની સેવા બંધ પડી જવાની નથી. પણ એની સેવા લેખે લાગી તો જ ગણાય કે જો આપણે ઈંધન દ્રવ્યને વાપરવાનું છોડી દઈ સૂર્ય-શક્તિનો જ સીધો ઉપયોગ કરવાનું શીખીએ. એમ થતાં, સૂર્ય વણ-થાક્યો અનેક કરોડ વર્ષ સુધી (ત્યારે પૃથ્વી પર જીવન હશે કે કેમ !) આપણને ગરમી અને પ્રકાશનું શક્તિદાન આપ્યા કરશે. અલબત્ત એ બધુંયે અમ્લાન અને અશોક મુખે સૂર્ય કરશે.

૫

સૂરજનો અંતેવાસી

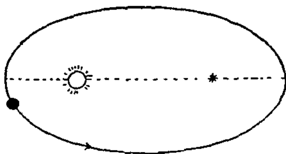
સૂર્યની આસપાસ ફરનારા આકાશી જ્યોતિઓ ગ્રહ, ધૂમકેતુ અને ઉલ્કા છે આ પૈકી કેટલાક સૂર્યની પાસે છે અને બીજા દૂર. સૂર્યની પાસેનો જ્યોતિ બુધગ્રહ છે. ધૂમકેતુ અને ઉલ્કા સૂર્યની નજદીક આવે છે ખરા પણ એમાંના કોઈ, સ્થાયી રૂપમાં સૂરજના અંતેવાસી બને તેમ નથી.

એક બીજી રીતે પણ બુધને અંતેવાસી થવાનું કારણ મળ્યું છે. સૂર્યની આસપાસ ફરતા મુખ્ય ગ્રહોમાં એ સૌથી નાનો ગ્રહ છે. બુધનો વ્યાસ (બુધ પૃથ્વીની પેઠે ગોળાકાર છે) ૩,૧૦૦ માઈલનો છે. સૂર્યમાળાનો સૌથી મોટો ગ્રહ ગુરુ છે. ગુરુનો વ્યાસ ૮૮,૮૦૦ માઈલનો છે. બુધના હિસાબે ગુરુનો વ્યાસ ૨૮ ગણો મોટો છે. કદની દૃષ્ટિએ ગુરુ બુધ કરતાં ૨૨,૦૦૦ ગણો મોટો છે. પૃથ્વીની તુલનામાં પણ બુધ સાવ નાનો છે. પૃથ્વીનું કદ બુધના કદ કરતાં ૧૬ ગણું છે અને એનું વજન (દળ) બુધના વજન કરતાં ૨૫ ગણું છે.

બુધ આમ ભલે નાનો હોય પણ એકાદ બે બાબતમાં એ બીજા ગ્રહો કરતાં ચડિયાતો છે. બુધને સૂર્યની પરકમ્મા કરતાં માત્ર ૮૮ દિવસ લાગે છે. સૂરજથી દૂરમાં દૂરના ગ્રહ પ્લૂટોને સૂર્ય-પરકમ્મા કરતાં ૨૪૮ વર્ષ લાગે છે. સૂર્ય-પરકમ્મા કરતી વખતનો બુધનો વેગ પણ સૌથી વધુ છે. પ્લૂટોનો કક્ષાવેગ દર સેકંડે ૩ માઈલનો, ગુરુનો દર સેકંડે ૮ માઈલનો અને પૃથ્વીનો દર સેકંડે ૧૮ માઈલનો છે, જ્યારે બુધનો કક્ષાવેગ દર સેકંડે લગભગ ૩૦ માઈલનો છે. સૂરજની પાસે રહીને ધીરેથી પરકમ્મા કરવાનું પાલવે તેમ પણ નથી. તમે કહેશો કે સૂરજની પાસે ખૂબ તપી જવાય માટે પરકમ્મા ઝડપથી કરવી પડતી હશે. ના ભાઈ. ના. એ કારણ નથી. ઊલટો બુધ પોતાની એકની એક જ બાજુ સૂર્ય તરફ રાખીને ફર્યા કરે છે. આમ એના અર્ધા ભાગમાં પ્રકાશ છે અને બાકીના ભાગમાં અંધકાર. પ્રકાશિત ભાગ સૂરજની ગરમી મેળવે છે જ્યારે કાળો ભાગ ઠંડીમાં ઠરી જાય છે. ખૂબીની વાત એ છે કે જે ભાગ પર સૂર્યનાં કિરણ કાયમ સીધાં પડે છે ત્યાંનું ઉષ્ણતામાન ઘણું ઘણું ઊંચું છે. બુધ પર સીસાની ખાણો હોય તો ઉપર્યુક્ત સ્થળે સીસું ખોદી કાઢવાની કે ગાળવાની મહેનત જ ન કરવી પડે. એ પ્રવાહીરૂપમાં જ મળી આવે. પણ ત્યારે ઊલટી બાજુની શી દશા હશે? બુધનો અંધારાવાળો ભાગ કાયમ ઠંડીમાં ઠૂંઠવાતો રહે છે. એને કશો પ્રકાશ મળતો જ નથી. હા, કોઈ

વાર કોઈ ધૂમકેતુ એની પાસે થઈ પસાર થાય યા પોતાનો પુચ્છભાગ એની પર ફેલાવે તો બુધના એ ભાગ પર પ્રકાશનું સ્મિત વેરાઈ જાય. સૂર્યપ્રકાશ ન પામતી બુધની અંધારિયા બાજુનો મોટો ભાગ સાવ ઠંડો છે. ત્યાંનું ઉષ્ણતામાન –૨૭૩° સેન્ટિ.ની નજદીકનું છે. એથી ઊલટું, બુધના ગરમાગરમ ભાગનું ઉષ્ણતામાન સીસું ઓગળી જાય તેટલું-૪૪૦° સેન્ટિ. છે.

આમ, સૂર્યના અંતેવાસી બની તાપમાંથી તેમ જ ઠંડીમાંથી બચવાના સૌભાગ્યને બદલે બુધને દુર્ભાગ્યના ભાગીદાર થવું પડ્યું છે. બુધને ઝડપથી પરકમ્મા કરવી પડે છે એનું કારણ સૂર્યની સમીપતા જ છે. સૂર્યનું બુધ પર થતું આકર્ષણ બીજા ગ્રહોને હિસાબે વધારે છે. સૂર્યની આકર્ષણ ચકરાથી છૂટવા માટે જ બુધને આવો ભારે કક્ષાવેગ દાખવવો પડે છે. બુધ કક્ષાવેગ ચૂકે તો એની સજા એને સૂર્યમાં સમાઈ જઈને ભરપાઈ કરવી પડે.



પણ આનો અર્થ એ નથી કે બુધનો કક્ષાવેગ ઓછોવત્તો થતો જ નથી. પ્રત્યેક સેકંડે ૩૦ માઈલનો એનો કક્ષાવેગ સામાન્ય યા સરાસરી વેગ છે. બુધ સૂર્યની આસપાસ વર્તુળ માર્ગમાં ફરતો નથી. એની કક્ષા લંબવર્તુળની છે. લંબવર્તુળને બે કેન્દ્ર હોય છે. આ પૈકીના એક

સૂર્ય અને ગ્રહકક્ષા

કેન્દ્રમાં સૂર્યને કલ્પીએ તો બુધની યા ગ્રહોની કક્ષા સમજી શકાય.

પોતાની કક્ષામાં ફરતો બુધ એક વાર સૂર્યની સાવ નિકટ આવે છે અને એક વાર સાવ દૂર રહે છે. બુધ સૂર્યની નિકટ હોય છે (નીચ-બિંદુમાં) ત્યારે એનું અંતર ૨,૮૫,૦૦,૦૦૦ માઈલનું હોય છે અને દૂર હોય છે ત્યારે ૪,૩૫,૦૦,૦૦૦ માઈલનું હોય છે. આ કારણે બુધના કક્ષાવેગમાં પણ ફરક પડે છે. દૂર હોય છે ત્યારે (ઊંચબિંદુએ) કક્ષાવેગ થોડો ઓછો થાય છે. બુધના વધુમાં વધુ અને ઓછામાં ઓછા કક્ષાવેગ અનુક્રમે ૩૫ માઈલ અને ૨૫ માઈલ દર સેકંડે છે.

આપણે જોયું કે બુધના સૂર્યની પાસેમાં પાસેના અને દૂરમાં દૂરના અંતરમાં ભારે અસમાનતા છે. પણ એને કારણે એક ફાયદો થયો છે. બુધનો વચગાળાનો ભાગ(અતિ ગરમ અને અતિ ઠંડો એ બંનેની વચ્ચેનો) સમશીતોષ્ણ પ્રદેશ છે. અને તેથી ત્યાં પ્રાણીજીવન પાંગરી શકવાની શક્યતા છે. જીવન પાંગરવા માટે આવશ્યક વસ્તુઓ હવા અને પાણી છે. તપાસ કરતાં માલૂમ પડ્યું છે કે બુધ પર આ બંને વસ્તુઓનો સદંતર અભાવ છે. બુધને વાતાવરણ છે જ નહિ. અને એ રીતે બુધ પર જીવસૃષ્ટિ જેવું કશું જ નથી.

બીજા ગ્રહોની સરખામણીમાં બુધની એક ખાસ વિશેષતા એના નીચબિંદુના અવકાશી સ્થળાંતરની છે. નિરીક્ષણથી માલૂમ પડ્યું છે કે નીચબિંદુનું સ્થાન બુધની મુખ્ય ધરી (ઉચ્ચ-નીચ બિંદુ જોડનારી રેખા) પૂર્વ તરફ ફરવાને કારણે ૧૦૦ વર્ષે ૫૭૦" જેટલું બદલાતું રહે છે. આમ થવાનું કારણ બુધ પર થતું બીજા ગ્રહોનું આકર્ષણ છે. લેવેરિયર નામના ખગોળશાસ્ત્રીએ ઈ. સ. ૧૮૪૫માં એનો હિસાબ ગણી કાઢયો તો માલૂમ પડયું કે ગ્રહોનુ કુલ આકર્ષણ દર સો વર્ષે ૫૩૦" જેટલું થાય છે. એટલે પ્રશ્ન થયો કે બાકીનુ ૪૦" જેટલું સ્થળાંતર શાને આભારી હશે? લેવેરિયરે માન્યું કે બુધ પર જેમ દૂરના ગ્રહોની અસર પડે છે તેમ સૂર્ય અને બુધ વચ્ચે રહેલા કોઈ ગ્રહની પણ અસર પડવી જોઈએ. આમ વિચારી એણે જાહેર કર્યું કે બુધ અને સૂર્ય વચ્ચે કોઈ એક ગ્રહ છે. આ જાહેરાત પછી થોડા જ દિવસોમાં

ડૉ. લેસકાબોલ્ટ નામના વિજ્ઞાનીએ બુધ અને સૂર્યની વચ્ચે એક ગ્રહ જોવાયાનું જાહેર કર્યું. આ સમાચાર લેવેરિયરને મળતાં એ ખૂબ ખુશ થયો અને એણે એ નવા ગ્રહનું નામ પાડયું વલ્કન (અગ્નિ)

પણ આ શોધ સાચી ઠરી નહિ. દૂરબીનો વડે નવા ગ્રહને જોઈ તેનું નિરીક્ષણ કરવાના તમામ પ્રયત્નો નિષ્ફળ ગયા. ક્યાયે વલ્કન દેખાયો નહિ. એકાદ બે વખત, સૂર્યની સપાટી પર થઈ એક કાળો ડાઘ સરકતો જણાયો અને એને વલ્કન માનવામાં આવ્યો. પણ ગણિતજ્ઞોએ તત્કાળ એ ભૂલ સુધારી અને કહ્યું કે એ કાળો ડાઘ બુધનો જ પડછાયો છે. પછી તો ઘણી ઘણી શોધ કરવા છતાંય વલ્કનનો પત્તો ખાધો નથી.

આમ નીચ બિંદુવાળો આ કોયડો અણઉકલ્યો બન્યો. પંડિતોએ માન્યું કે એમના ગણિતજ્ઞાનની ફજેતી કરવા આ કોયડો પૂરતો છે. કોયડો ઉકેલવાના લગભગ ૭૦ વર્ષ સુધીના પ્રયત્નો નિષ્ફળ ગયા. અંતે ઈ. સ. ૧૯૧૫માં ડૉ. આલ્બર્ટ આઇન્સ્ટાઈનના સાપેક્ષવાદે એ કોયડાનો ઉત્તર રજૂ કર્યો.

સાપેક્ષવાદની રીતે આમ ઘટાવાય: સૂર્યની આસપાસ ફરતા ગ્રહની લંબવર્તુળ કક્ષા અવકાશમાં એકની એક જ દિશાને તાકીને રહેતી નથી પણ સૂર્યની આસપાસ જે દિશામાં ગ્રહ ફરે છે તે દિશામાં સરકતી રહે છે. કક્ષાનું એ દિશાંતર દર સો વર્ષે ૪૩" જેટલું છે. આ દિશાંતર થવાનું કારણ ગ્રહ સૂર્યની આજુબાજુ ફરતાં અવકાશમાં વિભિન્ન વળાંકો સાથે સંઘાતમાં આવે છે તે છે.

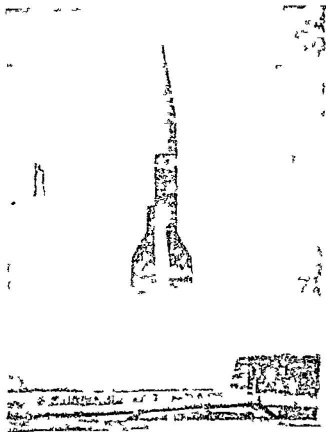
લેવેરિયરે ગણેલો હિસાબ ન્યૂટનના ગુરુત્વાકર્ષણના નિયમને આધારે હતો. એમાં આવતી ભૂલ સાપેક્ષવાદના સિદ્ધાન્તથી સુધરી જાય છે. આમ બુધે ખગોળશાસ્ત્રીઓને એક નવા સિદ્ધાંતને ચકાસી જોવાનું તેમ જ ન્યૂટનનો સિદ્ધાંત પૂર્ણરૂપે, અવકાશમાં સર્વ સ્થળે, લાગુ નથી પડી શકતો એનું સ્પષ્ટ દર્શન કરાવ્યું છે.

આપણે પણ બુધના આ ઉપકાર માટે એને ડાહ્યો (બુધ) લેખી એની સવિનય વિદાય લઈએ.

૬

વાદળિયો શુક્ર

યાતાયાતના સાધનો વધુ કાર્યક્ષમ બનતા જાય છે તેમ તેમ પૃથ્વી પરના ખંડો એકબીજાની વધુ ને વધુ નજદીક આવતા જાય છે પૃથ્વી પરનુ સૌથી ઝડપી વાહન એરોપ્લેન યા હવાઈ જહાજ છે પણ આ એરોપ્લેન હવાની બહાર કામ આપતુ નથી આપણી પૃથ્વી જેવી બીજી અનેક પૃથ્વીઓ (ગ્રહો) અવકાશમા આવેલી છે એમાની એકાદ પર પહોચવા કયુ વાહન કામ આવે ?



શૂન્યયાન

એ છે કે બાલકળા વખતે શુક્ર ફરતાં બંને અણિયાં મળી જઈ ઘણી વાર કંકણ કાંકલો રચે છે. પણ આ સિવાય દૂરબીનમાંથી બીજું કશું શુક્રનું ભાગ્ય જાણવા મળતું નથી. વાતાવરણમાંનાં વાદળોના ઘટાટોપ નીચે શુક્રની ભૂમિ એવી અદશ્ય થઈ ગઈ છે કે દૂરબીન દ્વારા એનુ દર્શન અશકય બન્યું છે. આ વાદળોમા કયારેક બાકોરું પડે છે પણ ત્યારેય શુક્રની ધરતી દેખાતી નથી.

સામાન્યતઃ ગ્રહની ભૂમિનો અભ્યાસ કરવા અલ્ટ્રાવાયોલેટ પ્રકાશમાં એની છબી લેવામાં આવે છે. શુક્રની આવી છબીઓ લેવાઈ છે અને તે પરથી માલૂમ પડયું છે કે શુક્રની માટી પીળી યા રતૂમડી હોવી જોઈએ. શુક્ર પર ધૂળનાં વાદળાં જોરે ચઢી અવકાશમાં ઊંચે ઊડે છે. અને ત્યારે, એ, વાતાવરણનાં હિમવાદળોને ભેદી પોતાનું અલગ અસ્તિત્વ ઉપર્યુક્ત પ્રકાશની છબીઓમાં દાખવે છે. આ બધા પરથી અનુમાન કરવામાં આવ્યું છે કે શુક્રની નારંગિયા ધરતી પર પવનનું તાંડવ ચાલતું હશે. આ સ્થિતિમાં શુક્ર વસવાટને યોગ્ય ગણાય ખરો?

શુક્રને પહેલાં શસ્યશ્યામલ ગ્રહ માનવામાં આવતો હતો, અને તેથી પૃથ્વી પર જીવન ખતમ થઈ જાય તે પહેલાં શુક્ર પર જઈ વસવાની કલ્પના જોર પર હતી. આ બધાના મૂળમાં શુક્રનાં વાદળ કારણભૂત હતાં. પણ એ વાદળ પાણીને બદલે ધૂળનાં યા અન્ય પદાર્થનાં કેમ ન હોય? આધુનિક શોધો પરથી માલૂમ પડયું છે કે શુક્ર પરનાં વાદળ પાણીનાં નહિ પણ કાર્બન ડાયોક્સાઈડ (અંગાર) વાયુનાં છે. શુક્રનાં વાદળમાં બે ટકાથી ઓછો પ્રાણવાયુ અને પાણીની વરાળ છે. આ કારણે એને હવે વસવાટને અયોગ્ય ગ્રહ લેખવામાં આવે છે. બિચારો શુક્ર! કાર્બન ડાયોક્સાઇડ ઝેરી વાયુ નથી પણ જીવવા માટે એને પીવો પણ કઈ રીતે?

એક બીજો સવાલ પણ હવે ઊભો થયો છે. શુક્રના વાતાવરણમાં પાણી નથી. પણ એ વાતાવરણ કયું? શુક્રની ધરતી પરનું કે ધરતીથી સાવ દૂરનું? પૃથ્વીના વાતાવરણમાં પણ છેક ઊંચે કયાં પ્રાણવાયુ

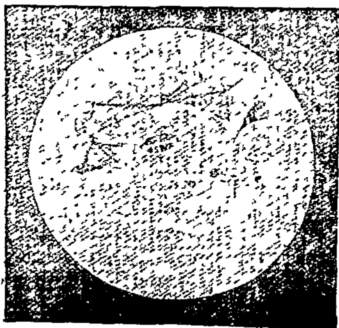
હોય છે? વર્ણવિશ્લેષક યંત્ર દ્વારા લેવામાં આવતી છબીઓમાં ઘન યા પ્રવાહી પદાર્થ પોતાનું અસ્તિત્વ પ્રકટ કરતા નથી. એવા છબીપટ કેવળ વાયવીય પદાર્થોનું જ વિશ્લેષણ કરે છે ને? એમ પણ કેમ ન બને કે શુક્રનાં ઘાડાં વાદળની નીચે પૂરા પ્રમાણમાં પ્રાણવાયુ હોય અને એનો આધાર લઈ જીવતી શુક્ર-સૃષ્ટિ પણ હોય! આજનાં આપણાં સાધનો દ્વારા શુક્રની ધરતીનું આ દૃશ્ય નજરે પડવું શક્ય નથી: પણ આશા રાખીએ કે નજદીકના ભવિષ્યમાં અન્ય સાધનો દ્વારા આ સમસ્યાનો ઉકેલ મળે.

શુક્ર સંબંધે બહુ જ ઓછી બાબતો નિશ્ચિતપણે જાણવા મળી છે. એ પૈકીની એક એના ઉષ્ણતામાન સંબંધેની છે. શુક્ર પર લગભગ બધે એકસરખું ઉષ્ણતામાન છે. બુધ ગ્રહની પેઠે એનો એક ભાગ કાયમ ઠંડો અને બીજો કાયમ ગરમ નથી. આમ છતાંય શુક્રને એની ધરી પર એક આંટો મારતાં કેટલો સમય લાગે છે તેની ભાળ હજુ સુધી લાગી જ નથી. અસ્થિર વાદળોમાં કોઈ સ્થિર તત્ત્વ ન હોય, અને એથી, સ્થાયી ચિહ્નના અભાવે, શુક્રનો અક્ષ-ભ્રમણકાળ નિશ્ચિત કરી શકાયો નથી. પહેલાં માનવામાં આવતું હતું કે શુક્રના સૂર્ય પરક્રમાના અને ધરીભ્રમણના કાળ એકસરખા ૨૨૫ દિવસના છે પણ હવે માનવામાં આવે છે કે શુક્રનો અક્ષભ્રમણકાળ ૩૦ દિવસની આજુબાજુનો છે. આ ખરું ઠરે તો શુક્ર પર વરસગાંઠ ઊજવવા પૃથ્વીના હિસાબે ૧૮ વર્ષની રાહ જોવી પડે!

વાદળવાળા દિવસે કેટલો ઘામ થાય છે? શુક્ર પર ખરેખર જીવસૃષ્ટિ હોય તો એ ઘામમાં બફાઈ નહિ જતી હોય! જીવવા માટે તાપની જેટલી આવશ્યકતા છે તેટલી જ આવશ્યકતા થાક ઉતારવા માટે ઠંડીની પણ છે. શુક્ર પર એ માટે રેફ્રિજરેટરની માફની કૃત્રિમ વ્યવસ્થા કલ્પી શકાય ખરી?

પૃથ્વી પર પડે છે તે કરતાં વધુ સૂર્યતાપ શુક્ર પર પડે છે. 'વાદળોના સામ્રાજ્યમાં બાકોરું' પાડી આ સૂર્યતાપ શુક્ર ભૂમિને ભેદતો

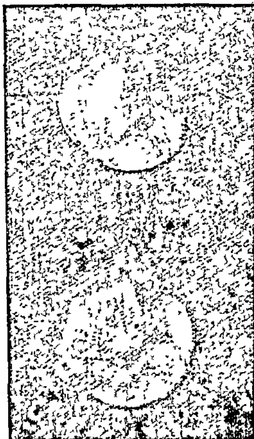
'ગમે તે પ્રકારની જીવસૃષ્ટિ' એવો કરવો? જીવસૃષ્ટિ કહીએ એટલે વનસ્પતિથી માંડી પક્ષી, જંતુ, ઢોર અને ઉચ્ચ બુદ્ધિશાળી પ્રાણી વગેરેનો એમાં સમાવેશ થાય. આ અર્થની રીતે મંગળ પર જીવસૃષ્ટિ છે એમ જરૂર કહી શકાય. મંગળની જમીનનો થોડો ભાગ હંમેશ માટે અવિકારી (કશા પણ ફેરફારની નિશાની વિનાનો) દેખાય છે, જ્યારે બાકીના ભાગમા કંઈક ને કંઈક ફેરફાર થતા જણાયા છે. આવા ફેરફારવાળો ભાગ નીચે આપેલા ચિત્રમાં કાળો દર્શાવવામાં આવ્યો છે. ઋતુ બદલાતાં જ મંગળના આ વિસ્તારોમાં ફેરફાર થવા માંડે છે. આ વસ્તુ દર્શાવે છે કે મંગળ પર વનસ્પતિ યા જીવસૃષ્ટિ છે જ. પણ આ સૃષ્ટિ લીલ, શેવાળ કે છોડની છે એ હજી નિશ્ચિત કરી શકાયું નથી. સંભવ છે કે એ ત્રણેનું સુભગ મિશ્રણ પણ હોય.



મંગળ

મંગળ પર બુદ્ધિશાળી તત્ત્વ (માણસ વગેરે) મોજૂદ છે કે કેમ એ કોયડો ઉકેલવો જરા મુશ્કેલ છે. વનસ્પતિ હોય ત્યાં નીચી કોટિનાં પ્રાણી હોવાં અસંભવિત નથી. પણ પૂરતી હકીકતો અને અનુસંધાનોના અભાવે એમના અસ્તિત્વની ખાતરી થઈ શકતી નથી. આમ મંગળ પર બુદ્ધિશાળી પ્રાણી હોવાનો ઇનકાર યા સ્વીકાર કરી શકાય તેમ નથી. ખગોળ-જગતમાં આ પ્રશ્ને ખૂબ જ ઊહાપોહ જગાવ્યો છે. મંગળ પર મનુષ્ય જેવું ઊંચી કોટિનું પ્રાણી છે કે કેમ, એ વાત એક બીજા પ્રશ્ન પરથી ઊભી થયેલી છે. એ બાબત છે મંગળની નહેરોની.

ઈ.સ. ૧૮૭૭માં ઇટાલીના ખગોળશાસ્ત્રી શાયાપરેલીએ મંગળ તરફ દૂરબીન ધરી એનું ભૂપૃષ્ઠ તપાસવા માંડ્યું હતું. મંગળની ભૂમિને તપાસતાં, એકબીજીને કાપતી અનેક બારીક રેખાઓ એને જોવા મળી. ઈ.સ. ૧૮૮૧ માં આમાંની કેટલીક રેખાઓ બેવડાયેલી અને જરા જાડી બનેલી માલૂમ પડી. શાયાપરેલીએ એ રેખાઓને ' કેનાલી ' કહી. ઇટાલિયન ભાષામાં કૅનાલીનો અર્થ ખાડી થાય છે. ભ્રમવશ એ શબ્દનું અંગ્રેજી ભાષાંતર કેનાલ (નહેર) કરવામાં આવ્યું. અને પછી તો એને લઈને મોટી ચર્ચા જગવતો મોટો પ્રશ્ન ઊભો થયો. શાયાપરેલી પછી અનેક ખગોળશાસ્ત્રીઓએ મંગળનું ભૂપૃષ્ઠ તપાસ્યું છે. એમાના કેટલાકને મંગળ પરની સીધી રેખાઓ દેખાઈ છે જ્યારે કેટલાકને નથી દેખાઈ. જેમને એ દેખાઈ છે તેમણે જોરશોરથી જાહેર કર્યું છે કે મંગળ પર નહેરો છે અને તેથી એમને બનાવનાર કોઈ બુદ્ધિશાળી તત્ત્વ ત્યાં મોજૂદ હોવું જોઈએ. આવું કહેનારાઓમાં મુખ્ય પર્સિવલ લોવેલ હતા. લોવેલ આજે હયાત નથી પણ એમના અનેક અનુયાયીઓએ, મંગળનું ભૂપૃષ્ઠ વારે ઘડીએ તપાસતા રહી એની પર નહેરો હોવાની માન્યતાને વધુ સમર્થન આપ્યું છે. મંગળ પર નહેરો છે એની સાબિતી તેઓ નીચેની દલીલ દ્વારા રજૂ કરે છે.



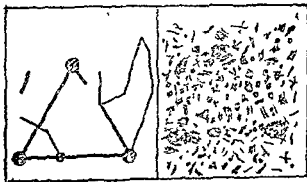
મંગળ ધ્રુવટોપીઓ સાથે

'દુનિયામાં ક્યાંયે કુદરતી ઢંગની સીધી રેખાઓ નથી. પૃથ્વી પર જે થોડી સીધી રેખાઓ છે તે બધી મનુષ્યે બનાવેલી નહેરો અને રેલવે લાઈનોની છે. મંગળ પરની નહેરો પૃથ્વી પરની એવી નહેરોના મુકાબલે ઘણી લાંબી લેખાય. સીધી રેખાઓ ભારે બુદ્ધિનું કામ દર્શાવે છે. મંગળ પર બુદ્ધિશાળી એંજિનિયરો ન હોય તો આવી નહેરો ક્યાંથી સંભવી શકે? મંગળનો જમીન ભાગ પાણી વિનાનો છે. એટલે ખેતી માટે એને એના સમુદ્રો પર આધાર રાખવો રહ્યો. પણ સમુદ્રો

છે જ ક્યાં? અને હોય તો તે પણ ખારા જ હશેને? મંગળનું ચિત્ર જોતાં જણાય છે કે એનો ધ્રુવપ્રદેશ અન્ય મંગળ–પ્રદેશના મુકાબલે વધુ સફેદ છે. ધ્રુવ પ્રદેશનું પ્રવાહી (પાણી!) ઉનાળામાં ઓગળે તો એની વ મંગળ પર ખેતી થાય. આ પરથી સ્પષ્ટ થશે કે મંગળના લોકોએ ખેતીકામમાં મદદરૂપ થવા માટે નહેરો બનાવી છે.'

- – આ પક્ષની દલીલ પ્રમાણે, મંગળમાં જ્યાં જ્યાં કાળા ડાઘ દેખાય છે ત્યાં બધે જળાશયો અને ખેતીવાડીનાં સ્થાન છે જ્યારે બાકીના ભાગમાં વણખેડી જમીન છે.

પણ જે બીજો પક્ષ છે, તે એમ કહે છે કે મંગળ પર નહેરો જેવું કંઈ જ નથી. જે કંઈ નહેરો જેવું દેખાય છે તે આપણી આંખોનો ભ્રમમાત્ર છે. આ પક્ષવાળાનું કહેવું છે કે મંગળ પર સીધી દેખાતી રેખાઓ વાસ્તવમાં સીધી છે જ નહિ. વળી એ સળંગ પણ નથી. એ અનેક ઠેકાણે તૂટેલી અને જાડી પાતળી પણ છે. આપણે એ રેખાઓને ખૂબ ખૂબ દૂરથી જોઈએ છીએ માટે જ એ સીધી રેખાઓ જેવી દેખાય છે. પણ ખરી રીતે એ આંખોનો ભ્રમ છે. સાથે આપેલી આકૃતિ આ પ્રકારનું સરસ ઉદાહરણ રજૂ કરે છે. એ ચિત્રને ૧૫–૨૦ ફૂટ છેટે રાખીને જોઈશું તો એના બંને ભાગ લગભગ સરખા લાગશે.



૧૬ અક્ષિભ્રમ

સ્થિર હોય છે ત્યારે જે પ્રકારની છબીઓ ઊતરે છે તેવી અન્ય સમયે ઊતરતી નથી. આંખ વડે જોવામાં આ બધા દોષ ટાળી શકાય છે. આંખ વડે જોતાં આખા ગ્રહની પૂરી સ્થિતિનો ચાલુ ખ્યાલ રહે છે અને તેથી એનાં સ્પષ્ટ ચિત્ર ઉતારવાનું (સ્કેચ કરીને) કામ વધુ યુક્તિસંગત લેખાય છે.

પણ ત્યારે એક બીજો પ્રશ્ન નડે છે. એ છે જોનારની આંખોની શક્તિ અંગેનો. તીવ્ર શક્તિવાળા જેટલી બારીકીથી વિગતો જોઈ શકે છે એટલી સ્પષ્ટતાથી ઓછી શક્તિવાળા જોઈ શકતા નથી. અને તેથી ઉપર્યુક્ત પ્રશ્ન દેખાયા ન દેખાયાની વિવાદાસ્પદ વિગતોનો જ બની રહે છે. અને છતાંય મનુષ્ય ચુપચાપ બેસી રહે એવો નથી. એણે મંગળની ભૂમિ તપાસવા બીજા પ્રયોગો શરૂ કર્યા છે. હજી એ બધા પ્રયોગો પ્રાથમિક દશામાં જ છે એટલે મંગળ પર વસ્તી છે કે નહિ એનો અંતિમ નિર્ણય એમના આધારે આજે આપી શકાય તેમ નથી. આમ છતાંય એટલું જણાવવું જરૂરી છે કે આજના મોટા ભાગના ખગોળશાસ્ત્રીઓ મંગળ પર મનુષ્ય જેવી વસ્તી હોવાની વાતનો ઇનકાર કરે છે.

૮

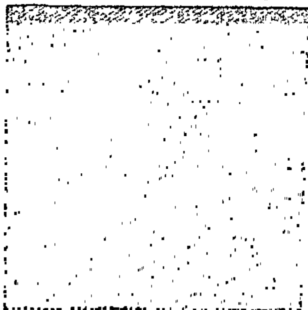
મહાકાય ગુરુ

લગભગ સાડાત્રણસો વર્ષ પહેલાંની વાત છે.

વચ્ચેથી જાડા અને છેડે પાતળા વર્તુળાકાર બે કાચને ભૂંગળીમાં બેસાડી એની મદદથી દૂરની વસ્તુ નજદીક આવે છે એ પ્રયોગને ત્યારે આખરી રૂપ મળે છે અને દૂરબીનનો જન્મ થાય છે.

[illegible]

ધર્યું. અને ત્યા એને એક નવું કૌતુક દેખાયું. ઈ સ. ૧૬૧૦ ના જાન્યુઆરીની એ ૭મી તારીખ હતી. દૂરબીનમાંથી જોતાં ગુરુ મોટા બનેલો દેખાયો એટલું જ નહિ પણ એની તદ્દન નજીકમા નાના તારા જેવ ચાર તેજબિંદુ પણ દેખાયાં. બીજે દિવસે પણ એનો એ ખેલ દેખાયો. ગેલીલિયોએ ચાર દિવસ સુધી ગુરુ અને પેલાં તેજબિંદુઓનુ દૂરબીન દ્વારા નિરીક્ષણ કર્યું. અંતે એણે નિશ્ચિત મત બાંધ્યો કે ગુરુની આસપાસ જે તેજબિંદુઓ ફરે છે તે બધા એના ચંદ્ર હોવા જોઈએ.



ગુરુ અને ચાર ચંદ્ર

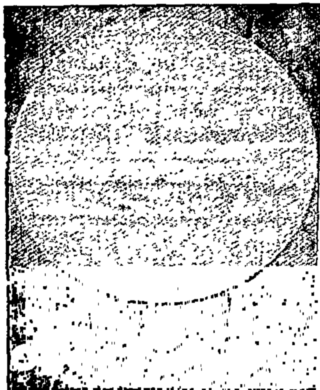
ગુરુના જે ચંદ્રોને ગેલીલિયોએ એના દૂરબીનમાથી જોયા હતા તેમને આજે પણ ગેલીલિ—ચંદ્ર કહેવામા આવે છે. ખરી રીતે આ શોધનું જ્ઞાન સાઈમન મેયર નામના ખગોળશાસ્ત્રીને મળવુ જોઈતું હતું. એણે

ઈ. સ. ૧૬૦૯માં ગુરુને ચંદ્રો હોવાની અને ગુરુની આસપાસ તેમન ફરવાની વાતની શોધ કરી હતી. પણ તે અજાણ્યો વિદ્વાન હોવાથી અને ગૅલીલિયોએ ગુરુના ચાર ચંદ્રને જોયાની વાત જાહેર થવાથી ઉપર્યુક્ત માન એને ન મળ્યું. અલબત્ત ગૅલીલિયો પણ સ્વતંત્ર શોધક હોવાથી માનનો અધિકારી તો હતો જ.

ગુરુના ચંદ્રો શોધ્યા પછી બીજે જ વર્ષે ગૅલીલિયોએ શુક્રની કળાનું નિરીક્ષણ કર્યું અને પછી જાહેર કર્યું કે 'પૃથ્વીની આસપાસ સૂર્ય ફરતો નથી પણ સૂર્યની આસપાસ પૃથ્વી ફરે છે' એ કોપર્નિકસની વાત સાચી છે. વળી ગૅલીલિયોએ પૃથ્વીને વિશ્વકેન્દ્ર માનવાની ના પાડી અને કોપર્નિકસના મત મુજબ સૂર્યને વિશ્વનું કેન્દ્ર માન્યો. સૂર્યની આસપાસ ગ્રહો ફરે છે તે જ પ્રમાણે ગ્રહોની આસપાસ ઉપગ્રહો ફરે છે એ વાત એણે ગુરુના નિરીક્ષણમાં પ્રત્યક્ષ જોઈ અને તેથી એનો ઉપર્યુક્ત મત વધુ દૃઢ થયો.

સૂર્યના ગ્રહમંડળમાં બધા મળી નવ જાણીતા ગ્રહો છે. એ પૈકી ગુરુ ગ્રહ સૌથી મોટો–ગુરુ–છે. ગુરુ સિવાયના બીજા બધા ગ્રહોને ભેગા કરીએ તોપણ એમનું સમગ્ર દળ પરાણે ગુરુના દળ જેટલું થાય. આપણી પૃથ્વી કેવી મોટી છે! ૮૦૦૦ માઈલ વ્યાસના પૃથ્વીના ગોળા જેવડા ૧૩૦૦ ગોળા ભેગા કરીએ ત્યારે માંડ ગુરુ જેવડો ગ્રહ બની શકે. ગુરુનો વ્યાસ ૮૬,૮૫૦ માઈલનો છે. વધુ સ્પષ્ટ રીતે કહેવું હોય તો આમ કહેવાય. ગુરુનો વિષુવવૃત્તીય વ્યાસ ૮૮,૮૦૦ માઈલનો છે અને ધ્રુવીય વ્યાસ ૮૩,૦૦૦ માઈલનો છે. આ પરથી તમને સમજાયું હશે કે ગુરુ ગ્રહ પણ પૃથ્વીની પેઠે એના ધ્રુવો આગળ ચપટો છે.

પણ એ બધાનો એ અર્થ નથી કે પૃથ્વી કરતાં ૧૩૦૦ ગણા મોટા ગુરુ મહાશય પોતાની ધરી પર સાવ ધીમે ધીમે ફરતા હશે. મહાકાય ગુરુનો ધરી–ભ્રમણકાળ ૯ કલાક ૫૦ મિનિટનો છે.



ગુરુ અને પૃથ્વી

સૂર્યમંડળમાં આ સમય સૌથી ઓછામાં ઓછો ગ્રહ-ધરીભ્રમણ-કાળ (ગ્રહાક્ષ ભ્રમણકાળ) છે. કોઈ કોઈ વાર એ સમય ૯ કલાક ૫૬ મિનિટનો થાય છે પણ ત્યારેય એ ઓછામાં ઓછો ગ્રહાક્ષ ભ્રમણકાળ રહે છે. ગુરુનો વિષુવવૃત્તીય પ્રદેશ દર કલાકે ૨૭,૫૦૦ માઈલના વેગથી અક્ષભ્રમણ કરે છે. આ અતિવેગનું પરિણામ એ આવ્યું છે કે ગુરુ ગ્રહ વચ્ચેથી ફૂલેલો અને ઉપર નીચે ચપટો બની ગયો છે. એનું ચપટાપણું $\frac{૧}{૧૭}$ મા ભાગનું (= $\frac{૮૮૬૦૦-૮૩૯૫૦}{૮૮૬૦૦}$) છે જ્યારે પૃથ્વીનું

ચપટાપણું ૧/૧૭ મા ભાગનું છે. વેગ ઓછો હોવા છતાંય પૃથ્વીનું ચપટાપણું વધારે છે. પૃથ્વી કરતાં ૧૩૦૦ ગણા કદવાળો ગુરુ પૃથ્વીના પ્રમાણમાં હલકો પણ છે. ગુરુનું દળ પૃથ્વીના દળ કરતાં ૩૧૭ ગણું છે. મતલબ કે ગુરુનું ઘટત્વ પૃથ્વીના ઘટત્વના હિસાબે ૧૩૨૦/૩૧૭ મા ભાગનું = ૧/૪ ભાગનું છે. વૈજ્ઞાનિકો આ વસ્તુને બીજી રીતે મૂકે છે. તેઓ વસ્તુના ઘટત્વને પાણીના ઘટત્વ સાથે સરખાવે છે. પાણીના ઘટત્વને એકમ માનીએ તો પૃથ્વીનું વિશિષ્ટ ઘટત્વ ૫-૫૨ થાય છે જ્યારે ગુરુનું વિશિષ્ટ ઘટત્વ ૧-૩૪ થાય છે. આનો અર્થ એ થયો કે ૧-૪ વિશિષ્ટ ઘટત્વવાળા ખારા પાણીનો મહાવિશાળ સમુદ્ર હોય તો ગુરુ એમાં તરી પણ શકે.

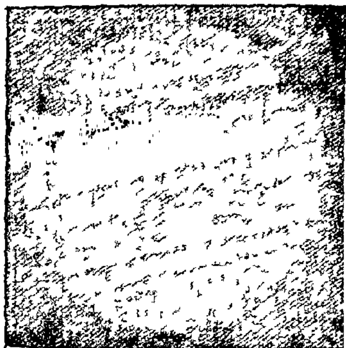
કદ અને અક્ષભ્રમણની રીતે મહાન લાગતો ગુરુ સૂર્ય પ્રદક્ષિણાની રીતે ઠીક ઠીક મંદગતિવાળો છે. ગુરુને સૂર્યની એક પરકમ્મા પૂરી કરતાં લગભગ ૧૨ વર્ષ (૧૧-૮૬ વર્ષ) લાગે છે. દર વર્ષે એક રાશિ જેટલું અંતર કાપતો ગુરુ જ્યારે એક પરકમ્મા પૂરી કરે છે ત્યારે પૃથ્વીએ સૂર્ય ફરતા ૧૨ આંટા લગાવી દીધા હોય છે.

એક બીજી રીતે પણ ગુરુ મંદભાગ્યવાળો છે. પૃથ્વીના હિસાબે, એ, સૂર્યથી ૫-૨ ગણો દૂર છે અને તેથી એને પૃથ્વીને મળે છે તેના કરતાં ૨૬ મા ભાગનાં પ્રકાશ અને ગરમી મળે છે. ઓછી ગરમીને કારણે ગુરુ પર સદૈવ અપારદર્શક વાતાવરણ જામેલું રહે છે જેને ભેદીને સૂર્યકિરણ યા દૂરબીન દૃષ્ટિ ભાગ્યે જ એની ભૂમિ સુધી પહોંચી શકે છે. ખગોળશાસ્ત્રીઓ માને છે કે ગુરુની સપાટી પરનું સામાન્ય ઉષ્ણતામાન–૨૧૬° ફેરન (ઘન્યની નીચે ૨૧૬ ફેરન અંશ) જેટલું છે. ગુરુનું વાતાવરણ આર્દ્રવાયુની સાથે ભળેલા મિથેન નામના ઝેરીવાયુનું બનેલું છે. ગુરુના વાતાવરણમાં તરતાં વાદળ એમોનિયા ગૅસની ઠંડી કણિકાઓનાં બનેલાં છે. ગુરુમાં આવી ઊણપ (ત્યાંની સૃષ્ટિમાં જીવનની શકયતા નથી) હોવા

છતાંય એનું દર્શન ખરેખર ભવ્ય છે. નરી આંખે પણ ગુરુ ખૂબ તેજસ્વી લાગે છે. શુક્ર ગ્રહ સિવાય બીજો કોઈ ગ્રહ એના તેજની બરાબરી કરી શકે તેમ નથી, ગુરુને દૂરબીનમાંથી જોવાય છે ત્યારે શુક્રના હિસાબે એની એક વધુ વિશિષ્ટતાનો ખ્યાલ આવે છે. શુક્રને એકે ચંદ્ર નથી જ્યારે ગુરુને બધા મળી ૧૨ ઉપગ્રહ છે. આ પૈકીના ચારને સામાન્ય દૂરબીનમાંથી પણ જોઈ શકાય છે. આ ચારે ચંદ્રો લગભગ સીધી રેખામાં રહે છે અને ગુરુની પ્રદક્ષિણા કર્યાં કરે છે. ઘણી વાર એ ઉપગ્રહોનાં ગ્રહણ પણ જોવા મળે છે. કદી કદી ગુરુની પાછળ ચંદ્રો સંતાઈ જતાં એમનું પિધાન થાય છે તો ઘણી વાર ગુરુની સપાટી ઉપર થઈ પસાર થનારા એ ચંદ્રોના પડછાયા ગુરુ પર મજાનાં દૃશ્ય ઉત્પન્ન કરે છે. ગુરુના ચંદ્રોએ જેમ ગલીલિયોને કોપર્નિક્સના સિદ્ધાન્તનો સમર્થક બનાવ્યો હતો તેમ એ જ ચંદ્રોએ એમનાં ગ્રહણો દ્વારા રોમર વિજ્ઞાનીને 'પ્રકાશને પણ વેગ હોય છે' એ મતનો સમર્થક તેમજ પ્રણેતા બનાવ્યો હતો.

ગુરુના ૧૨ ચંદ્રો પૈકી ૪ ચંદ્રો ઘણા મોટા છે બાકીના બધા નાના છે. મોટા ચંદ્રો ડાહ્યા છે પણ નાના ચંદ્રો પૈકીના ચાર ઊલટી ગતિવાળા (વક્ર ગતિવાળા) છે. ગુરુ સૂર્યની પ્રદક્ષિણા જે રીતે કરે છે તેનાથી ઊલટી દિશામાં એ ગુરુની પ્રદક્ષિણા કરે છે. ગુરુનો સૌથી મોટો ચંદ્ર ગેનીમીડ છે. એનો વ્યાસ ૩,૨૭૩ માઈલનો (આપણા ચંદ્ર કરતાં દોઢો) છે. બીજા ત્રણ મોટા ચંદ્રો પૈકી એક આપણા ચંદ્ર કરતાં મોટો છે, બીજો લગભગ ચંદ્ર જેવડો છે અને ત્રીજો એનાથી સહેજ નાનો છે.

ગુરુની ખાસ વિશેષતા એની પર આવેલા રાતા કલંકની છે. આ કલંક નાનું મોટું થાય છે એટલું જ નહિ પણ ગુરુની સપાટી પર સરકતું પણ રહે છે. કેટલાક વિજ્ઞાનીઓનું માનવું છે કે એ કલંક નીચેની ગુરુભૂમિ અતિ ઉત્તપ્ત હોવી જોઈએ. પણ આજનાં લભ્ય સાધનો દ્વારા એવો કશો પુરાવો મેળવી શકાયો નથી.



ગુરુનું રાતું ટપકું

ગુરુની બીજી વિશેષતા એની સપાટી પરના સમાંતરે આવેલા પટાની છે. નાના દૂરબીનમાંથી ત્રણ પટા અને મોટા દૂરબીનમાંથી વધુ પટા જોવા મળે છે. પણ એ પટા પથ્થર પર કોતરેલા સ્થાયી ચિહ્ન જેવા નથી. એ બધા પોતાના રૂપમાં ફેરફાર દાખવે છે. મોટા અને ઘેરા દેખાતા પટા રાતા યા ભૂખરા રંગના છે જ્યારે આછા રંગના પટા પીળાશ પડતા છે.

આ બધા પટા શાને આભારી હશે? આ પ્રશ્નનો વૈજ્ઞાનિકો પાસે અત્યારે માત્ર એક જ જવાબ છે. તેઓ કહે છે કે એ બધા પટા ગુરુના

વાતાવરણમાં તરતાં વાદળો છે. પણ ત્યારે વળી નવો પ્રશ્ન ઉદ્ભવશે કે એ બધાં આમ પટાના રૂપમાં શાથી તરતાં હશે?

આ અને આવા બીજા અનેક પ્રશ્નોના જવાબ વિજ્ઞાને આપવાના હજી બાકી છે.

૯
સૌન્દર્યમૂર્તિ શનિ

'શનિ'ના નામ સાથે દશા અને પનોતી સંકળાયેલાં છે. શાનું દબાણ અનુભવતા પનોતા માનવીને શનિ વિષે પૂછીશું તો એ ભયમિશ્રિત વિસ્ફારિત નેત્રે આપણા તરફ જોઈ રહેશે અને આંખો દ્વારા જ પૂછશે, 'શનિની વાત પૂછો છો?...' અને પછી કદાચ એ નઠારા ગ્રહે એમનું શું અમંગળ કર્યું છે તેની કથા આલાપશે. શનિનાં દર્શન નથી કર્યાં એવો અભાગી માનવી આ સિવાય બીજું કહે પણ શું?

શનિનું આસન સૂર્યમાળાના નરી આંખે દેખાતા ગ્રહોમાં છેલ્લું છે. તે સૂર્યની આજુબાજુ ખૂબ જ ધીમેથી પરકમ્મા કરે છે. આ કારણે એનું શનૈઃચર યા શનિચર નામ પડ્યું છે. જૂના જમાનામાં દૂરબીન હતું નહિ એટલે શનિદર્શન કરવાનું ક્યાંથી બને? આમ શનિને જેમણે માઠો ગ્રહ ગણી ઉવેખ્યો છે તેમને એ ખ્યાલ ક્યાંથી હોય કે શનિ વાસ્તવમાં અત્યંત રૂપાળો ગ્રહ છે. એના રૂપની બરાબરી કરનાર બહુ જ ઓછી આકાશી જ્યોતિઓ છે. દૂરબીનમાંથી એક વાર પણ જેણે શનિનાં દર્શન કર્યાં છે તે એની સૌન્દર્યમૂર્તિને કદી નહિ ભૂલી શકે.

આકર્ષણચૂડને બરદાસ્ત કરી શકે એટલા દૂર છે અને તેથી શનિ સિવાય બીજા કોઈ ગ્રહને વલયો નથી એમ માનવામાં આવે છે. ગ્રહનો ચંદ્ર તૂટી જાય એ માટે એનું ગ્રહકેન્દ્રથી ગ્રહના સવાગણા વ્યાસ જેટલું અંતર હોવું જોઈએ એમ એક વિદ્વાને સ્થાપિત કર્યું છે. શનિનો એક ગ્રહ આ હદની અંદર આવી જવાથી તૂટી ગયો છે. શનિનો છેક પાસેનો ઉપગ્રહ શનિવ્યાસથી દોઢગણા અંતરે છે એટલે એના તૂટી જવાની ભીતિ નથી. પણ કોઈ કારણસર જો એ શનિ તરફ ખેંચાઈ જાય તો એની ખરેખર 'દશા' બેસવાની.

આધુનિક શોધો પરથી માલૂમ પડ્યું છે કે વલયકણિકાઓ બરફ પર હિમ બિંદુઓ જામવાથી બનેલી છે. આ પ્રકારની કણિકાઓ ઈન્ફ્રારેડ (પાર-રક્ત) પ્રકાશનું પરાવર્તન કરે છે. આ એક બાબતને લઈને વધુ સંશોધન હાથ ધરતાં માલૂમ પડ્યું છે કે શનિના નવ ચંદ્રો પૈકી ગ્રહની પાસેના પાંચ ચંદ્રો બરફવાળા છે! એ બરફ પાણીનો તેમ જ એમોનિયા વાયુના મિશ્ર રૂપનો બનેલો છે.

શનિ સૂર્યથી ૧૦ આકાશી એકમને* અંતરે આવેલી શીત દુનિયા છે. એના પૃષ્ઠનું ઉષ્ણતામાન શૂન્યની નીચે ૨૪૩ અંશ (ફેરન) છે. આવા અતિ શીત મુલકમાં પાણી હોઈ જ ન શકે. અને હોય તો એ બરફ જ બની જાય. શનિનું વાતાવરણ હાઈડ્રોજનનું બનેલું છે. એના છેક ઉપરના ભાગમાં એમોનિયા અને મિથેન વાયુઓ છે. શનિ પર મિથેનનું પ્રમાણ વધુ છે.

૭૫,૧૦૦ માઈલના વ્યાસવાળો શનિ લગભગ ૧૦ કલાકમાં પોતાની ધરી પર એક આંટો-ચારી લે છે. મજાની વાત એ છે કે શનિનો આખો ગોળો એક સરખી રીતે ફરતો નથી. એના જુદા જુદા વિભાગ અલગ વેગથી ઘૂમે છે. શનિના વિષુવવૃત્તીય પ્રદેશથી ધ્રુવ પ્રદેશ તરફ જઈએ તેમ એના દૈનિક અક્ષભ્રમણનો સમય વધતો જાય છે. આ પરથી એક અનુમાન એમ કરવામાં આવ્યું છે કે

* આકાશી એકમ=સૂર્ય પૃથ્વી વચ્ચેનું અંતર

સંમૂચો થનિ હાઈડ્રોજન વાયુનો બનેલો ગોળો હશે અને એના મધ્ય ભાગનો હાઈડ્રોજન વધુ ઘન હશે.

પૃથ્વી કરતાં ૭૬૦ ગણા કદવાળો શનિ પૃથ્વીના હિસાબે માત્ર ૯૫ ગણા વજનવાળો છે. પરિણામે પૃથ્વી અને શનિનાં ગુરુત્વાકર્ષણ બળ લગભગ સરખાં બન્યાં છે. પૃથ્વીની સપાટી પર ૧૪૦ રતલ વજન ધરાવતો પદાર્થ શનિની સપાટી પર ૧૬૦ રતલનો થાય છે. કોઈ કાળે શનિ પર પહોંચવાનું શકય બને તો આપણને, ત્યાં, ગુરુત્વાકર્ષણને કારણે કશી જ તકલીફ નહિ પડે. ચંદ્ર પર ઓછું ગુરુત્વાકર્ષણ હોવાથી તેમજ સૂર્ય પર ઘણું વધારે ગુરુત્વાકર્ષણ હોવાથી ત્યાં પહોંચતાં (શકય થાય ત્યારે!) આપણા વજનમાં જે પ્રકારનો ઓચિંતો ફરક પડશે તેવો બહુ જ ઓછો ફરક શનિ પર અનુભવી શકાશે.

શનિ પાણીમાં તરી શકે એવો હલકો ગ્રહ છે એમ કહું તો નવાઈ નહિ પામોને? પૃથ્વીનું વિશિષ્ટ ગુરુત્વ ૫.૫ છે જ્યારે શનિનું ૦.૭.

આવો હલકો ગ્રહ શાનો બનેલો હશે? એના આંતરિક ભાગની રચના કેવી હશે? વગેરે પ્રશ્ન ઊઠવા સ્વાભાવિક છે.

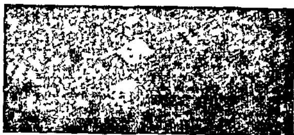
પહેલાં માનવામાં આવતું હતું કે શનિનો ગર્ભ-ભાગ પથ્થર તેમ જ ધાતુથી બનેલો ૨૮,૦૦૦ માઈલ વ્યાસના ઘેરાવાવાળો છે. આ ગર્ભ-ભાગની ઉપર ૮,૦૦૦ માઈલ સુધી પહોંચતું બરફનું આવરણ છે અને તેનીયે ઉપર ૧૬,૦૦૦ માઈલ સુધી ઊંચે પહોંચતું શનિનું વાતાવરણ છે. હવે આ માન્યતામાં ફરક પડ્યો છે. ખગોળ શાસ્ત્રીઓનો એક પક્ષ શનિનું આંતરિક સ્વરૂપ નીચે મુજબ હોવા નું છે.

શનિનું બહારનું વાતાવરણ લગભગ ૪ માઈલની જાડાઈનું છે. આ વાતાવરણમાં હાઈડ્રોજન, હેલિયમ અને મિથેનનાં વાદળ છે. બહારના આ વાતાવરણની નીચે શનિનું બીજું આવરણ છે. આ

આવરણ ધન છે. હાઈડ્રોજનના આ ધન આવરણની નીચેની (શનિ તરફની) સપાટીનું વિશિષ્ટ ગુરુત્વ ૦.૫ છે અને તેની પર થતું દબાણ લગભગ આઠ લાખ વાતાવરણના (પૃથ્વીના) દબાણ જેટલું છે આટલા દબાણે આર્દ્રવાયુ પોતાના ગુણધર્મ છોડી ધાતુના ગુણધર્મ ધારણ કરવા માંડે છે. ધન હાઈડ્રોજનના આવરણની નીચે ધાતુધર્મી હાઈડ્રોજનનો ગર્ભ ભાગ આવેલો છે. શનિનો આ ગર્ભ ૨૫,૦૦૦ માઈલના વ્યાસવાળો છે. શનિના કેન્દ્ર ભાગનું વિશિષ્ટ ગુરુત્વ ૧.૯ છે: પણ ત્યા થતું દબાણ ૬૦ લાખ વાતાવરણના દબાણ જેટલું છે.

ઉપર્યુક્ત ગણતરીએ શનિના ગર્ભ ભાગનું વજન શનિના કુલ વજનના ૯૭ % જેટલું છે. એ ભાગ શનિ વ્યાસનો ૭૦ % ભાગ રોકે છે.

કેન્દ્રભાગની વાત છોડી શનિના ચંદ્રોની થોડી વાત કરી લઈએ.



શનિ ૭ ચંદ્ર સાથે

શનિને બધા મળી ૯ ચંદ્ર છે. શનિને દસમો ચંદ્ર છે એવી માહિતી મળી છે પણ હજી એને સત્તાવાર સમર્થન મળ્યું નથી. નવ ચંદ્રો પૈકી ટિટાન સૌથી મોટો ચંદ્ર છે ઈઆપેટસ આપણા ચંદ્ર જેવડો છે જ્યારે બીજા સાવ નાના છે. નાના પાંચ ચંદ્રો પૈકીનો એક ફોણે બીજા ચંદ્રો કરતાં ઊંધો ઊગે છે અને ઊંધો આથમે છે. મોટા ચંદ્ર ઈઆપેટસની એક બાજુ બીજી બાજુ કરતા પાંચ ગણી વધુ ચળકતી છે. આ ફરકનું કારણ હજી સુધી જાણવા મળ્યું નથી.

ટિટાન સૌથી મોટો ચંદ્ર છે. એ ૩૫૦૦ માઈલ વ્યાસનો આકાશી ગોળો છે. કદની દૃષ્ટિએ એ આપણા ચંદ્ર તેમજ બુધગ્રહ કરતાં પણ મોટો છે. મઝાની વાત એ છે કે ટિટાન પર વાતાવરણ છે. એ વાતાવરણ મિથેન વાયુનું છે. અલબત્ત એ વાતાવરણ હલકું અને પાતળું છે પણ એનું અસ્તિત્વ ટિટાનને વધુ ગૌરવ અપાવે છે. એના સિવાય બીજા કોઈ ઉપગ્રહ પર વાતાવરણ હોવાનું નિશ્ચિત રૂપે જાણવા મળ્યું નથી. પહેલાંના જમાનામાં આપણા ચંદ્ર પર ભારે વાતાવરણ હતું પણ યુગો પહેલાં તે અવકાશમાં છટકી ગયું છે.

એક ચંદ્રવાળા આપણે સરળતાથી મહિનો ગણીએ છીએ. ૯ ચંદ્રવાળા શનિપુત્રો (હોય તો!) કઈ રીતે મહિના ગણતા હશે? ખુદ ટિટાન વડે થતો માસ ૧૬ દિવસનો છે. આપણા ચંદ્રની પેઠે ટિટાન પણ શનિ તરફ એક જ બાજુનું મોં રાખી ફરતો જણાયો છે. સૂર્યમાળાના ચંદ્રોમાં એનું સ્થાન વિશિષ્ટ પ્રકારનું છે એટલું શનિ-ગૌરવ આપણે ધરાવવું ઇષ્ટ નથી?

૧૦

હરિત ગ્રહ જોડી

ગ્રહોમાં અનેક પ્રકારનાં સામ્ય અને વૈષમ્ય છે. ગુરુ અને શુક્ર ઊજળા છે, મંગળ અને શનિ રાતા છે તો યુરેનસ અને નેપચ્યુન લીલા છે. ગુરુ-શનિ મોટી ગ્રહ જોડી છે તો યુરેનસ-નેપચ્યુન મધ્યમ ગ્રહ જોડી છે.

ઈ. સ. ૧૭૮૧ સુધીમાં જાણીતા ગ્રહો, માત્ર ૭ હતા. બુધ, શુક્ર, પૃથ્વી, મંગળ, ગુરુ અને શનિ. હર્શલ નામનો એક ખગોળશાસ્ત્રી આકાશમાં તારા અને ધૂમકેતુઓનો અભ્યાસ કરતો હતો તે અચાનક યુરેનસ સાથે ભટકાઈ પડ્યો. પ્રથમ તો એણે એને પૂછડી વગરનો



હર્શલ

ધૂમકેતુ જ માન્યો પણ એએક દિવસમા એને સ્પષ્ટ જણાઈ આવ્યું કે એ એક ગ્રહ છે યુરેનસની શોધ એ મુખ્યત્વે હર્શલની ચીવટ અને ધીરજનુ જ ફળ છે હર્શલના પહેલા ઘણાએ એને જોયેલો પણ એને તારો લેખી કાઢવાથી એનુ અસ્તિત્વ પ્રગટ થયેલુ નહિ

સૂર્યથી ૧૯ અવકાશી એકમને અતરે આવેલો આ ગ્રહ, એના શોધાયા પછી બે વખત સૂર્યની પ્રદક્ષિણા કરી ચૂક્યો છે પોતાની કક્ષામા સેકડે ૪ માઇલના વેગથી દોડતા યુરેનસનો કક્ષાકાળ આપણા ૮૪ વર્ષનો છે આપણી પૃથ્વીના હિસાબે યુરેનસ ૬૪ ગણા કદવાળો છે

પણ વજનમાં એ એટલો ભારે નથી. યુરેનસનું વજન પૃથ્વીના વજન કરતાં ૧૫ ગણું છે. આમ છતાંયે એ ભાઈસાહેબ ૧૦૩/૪ કલાકમાં પોતાની ધરીની આસપાસ એક આંટો મારી લે છે. આનું એક પરિણામ એ આવ્યું છે કે એના ધ્રુવ પ્રદેશ ચપટા થઈ ગયા છે જ્યારે વિષુવવૃત્તીય પ્રદેશ ઉપસેલો. યુરેનસ આ રીતે ગુરુને મળતો આવે છે. એનું અને ગુરુનું વિશિષ્ટ ગુરુત્વ પણ એકસરખું ૧.૩ છે. આમ છતાંય પૃથ્વીના હિસાબે એનું દ્રવ્ય ઘણું હલકું લેખાય.

યુરેનસનો વ્યાસ ૩૨,૦૦૦ માઈલનો છે. એનો ગર્ભ-ભાગ ૧૪,૦૦૦ માઈલ વ્યાસનો છે એ ભાગ વજનદાર છે. યુરેનસના ગર્ભ-ભાગની ઉપર ૬૦૦૦ માઈલ સુધીનું બરફનું આવરણ છે અને તેની ઉપર ૩૦૦૦ માઈલનું બહારનું વાતાવરણ છે. યુરેનસના વાતા-વરણમાં મિથેન અને એમોનિયા મુખ્ય છે. થોડા પ્રમાણમાં હાઈડ્રો-જન, હેલિયમ અને બીજા વાયુઓ પણ છે. એમોનિયા થીજી ગયેલા રૂપમાં છે. યુરેનસ પરનું બરફનું પડ પાણી અને એમોનિયાનું બનેલું છે.

શનિના હિસાબે યુરેનસ સૂર્યથી ખૂબ દૂર છે. પૃથ્વીને જે સૂર્યપ્રકાશ મળે છે એના ૩૬મા ભાગનો સૂર્યપ્રકાશ યુરેનસને મળે છે. આટલા ઓછા પ્રકાશમાં યુરેનસ પર જીવસૃષ્ટિ સંભવે કઈ રીતે? ખરી રીતે તો ત્યાં કશી જ જીવસૃષ્ટિ નથી. યુરેનસનું ઉષ્ણતામાન શૂન્યની નીચે ૩૧૦ અંશ ફેરન. છે.

યુરેનસની વિશેષતા એના વિષુવવૃત્તીય પ્રદેશ પર આવેલા ધોળા પટા અને શ્વેત કલંકની છે. લીલા ગ્રહ પર પટા અને કલંકની આ સફેદ ભાત મઝાની લાગે છે. આમ છતાંય કમનસીબીની વાત એ છે કે યુરેનસ અતિ દૂર હોવાથી એની સપાટીનો વિગતે અભ્યાસ થઈ શક્યો નથી. ધોળા પટા શાના છે એ હજી સમજાયું જ નથી. પહેલાં યુરેનસને અવિકારી ગ્રહ માનવામાં આવતો હતો. પણ હવે જણાયું છે કે એની તેજસ્વિતામાં ફરક પડતો રહે છે. ફરક પડવાનાં કારણોમાં એની સૂર્ય સમીપતા, પૃથ્વી નજદીકતા, ધરીનમણ અને ધ્રુવપ્રદેશ-

દર્શન મુખ્ય ભાગ ભજવે છે. યુરેનસની ધરી એની કક્ષા સપાટી સાથે ૮° અંશનો ખૂણો બનાવે છે. આપણી પૃથ્વીની ધરી પોતાની કક્ષા સપાટી સાથે ૬૬૩/૪ અંશનો ખૂણો બનાવે છે એ સૌ જાણે છે. યુરેનસનું ધરીભ્રમણ ઘણું ઘણું વધારે છે. આને કારણે યુરેનસ એક ખાસ વિશેષતા દાખવે છે. યુરેનસ ક્યારેક એનો ધ્રુવ પ્રદેશ આપણી સન્મુખ કરે છે તો ક્યારેક વિષુવવૃત્તીય પ્રદેશ. ઈ.સ. ૧૯૪૫ માં એનો ધ્રુવપ્રદેશ આપણી સમક્ષ રજૂ થયો હતો ત્યારે એની ચારે બાજુ વર્તુળાકારની કક્ષામાં ફરતા એના ચંદ્ર દેખાયા હતા. ઈ.સ. ૧૯૬૬ માં યુરેનસનો વિષુવવૃત્તીય ભાગ આપણી સન્મુખ થશે અને ત્યારે એના ચંદ્ર ગ્રહની ઉપર નીચે સીધી રેખામાં ગ્રહ–પ્રદક્ષિણા કરતા દેખાશે. યુરેનસની અતિ નમેલી ધરીને કારણે એના પાંચે ચંદ્ર અવળી ગતિથી ફરતા જણાયા છે. આપણા હિસાબે એ બધા યુરેનસના પશ્ચિમાકાશમાં ઊગે છે અને પૂર્વાકાશમાં જઈ આથમે છે. જ્યાં ખુદ યુરેનસના જ ધરીભ્રમણમાં દોષ હોય ત્યાં બિચારા ચંદ્રોનો શો વાંક કાઢવો?

પૃથ્વીના ૬૬૩/૪ અંશના કક્ષાકોણને કારણે ધ્રુવપ્રદેશોમાં જેમ ચારથી ૬ માસ સુધીના લાંબા રાત દિવસ થાય છે તેમ યુરેનસના ધ્રુવ પ્રદેશોમાં પણ બને છે. યુરેનસનાં આ વિશિષ્ટ દિવસ રાતની લંબાઈ લગભગ ૨૧ વર્ષની છે. એટલે કે એક ધ્રુવ પ્રદેશ ગરમીમાં શેકાતો રહે છે ત્યારે બાકીનો ઠંડીમાં થીજી જાય છે. પણ આ પનોતી સિવાયનાં બીજાં વર્ષોમાં દિવસરાત સરખી રીતનાં ચાલ્યાં કરે છે.

ચંદ્રોની બાબતમાં યુરેનસ નસીબદાર છે. એના મોભા પ્રમાણે એને સારી સેવકસેના મળી છે. યુરેનસને બધા મળી પાંચ ચંદ્ર છે. એના મોટામાં મોટા ચંદ્રનો વ્યાસ પરાણે ૧૮૦૦ માઈલનો હશે. આવડા નાના ચંદ્ર પર વાતાવરણ ન હોય એ કલ્પી શકાય એવું છે.

યુરેનસનો પાંચમો ચંદ્ર વિશિષ્ટ પ્રકારનો છે એ ૨૦૦ માઈલ વ્યાસનો નાનો ચંદ્ર છે. અંતરના હિસાબે એ યુરેનસની પાસેમાં પાસેનો ચંદ્ર છે. યુરેનસથી એનું અંતર માત્ર ૭૬,૦૦૦ માઈલનું છે. એટલે કે

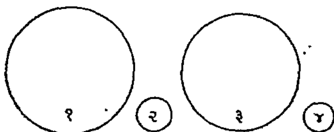
આ 'મિરાન્ડા' ચંદ્ર યુરેનસની સપાટીથી માત્ર ૬૦,૦૦૦ માઈલ જ દૂર છે. મજાની વાત એ છે કે મિરાન્ડા ચંદ્ર માત્ર ૩૪ કલાકમાં જ ગ્રહ પ્રદક્ષિણા પૂરી કરી લે છે. અતિ ઝાંખા પણ ઉપર્યુક્ત ખાસ વિશેષતા ધરાવતા આ ચંદ્રનો પત્તો ઈ. સ. ૧૯૪૮ માં લાગ્યો હતો.

યુરેનસ અને એના ચંદ્રોની વાત વાંચ્યા પછી શૂન્ય–યાન દ્વારા એમની પર ઊતરવાનું મન થાય ખરું? યુરેનસની લીલાશ ભલે લોભામણી લાગે પણ એની ઠંડી જરાય ઉષ્માપ્રેરક નથી.

* *

નેપચ્યુન યુરેનસ કરતાં પણ દૂરનો ગ્રહ છે અને વળી તે વધુ ઠંડો છે એટલે એના પર ઉતરાણ કરવાની કલ્પના જ ન કરવી સારી. પણ એ યુરેનસનો સાથીગ્રહ છે એટલે એની થોડી ઓળખ કરી લેવી જરૂરી છે જ.

નેપચ્યુન યુરેનસની પેઠે શોધાયેલો નથી. યુરેનસ શોધાયા પછી એના કક્ષા માર્ગની વિજ્ઞાનીઓએ કરેલી ગણતરી ખોટી પડવા માંડી. તેથી એમ માનવામાં આવ્યું કે યુરેનસને ખેંચનારો અને એની કક્ષામાં વિક્ષેપ પાડનારો કોઈ બીજો ગ્રહ અવકાશમાં ફરતો હોવો જોઈએ. ગણિતીઓએ હિસાબ માંડીને એ ગ્રહ આકાશમાં ક્યાં હશે તે દર્શાવ્યું. પરિણામે ઈ. સ. ૧૮૪૬ માં નેપચ્યુનની શોધ થઈ. આ શોધનું માન આદમ્સ અને લવેરિયર નામના ખગોળશાસ્ત્રીઓને ફાળે જાય છે.



૧ યુરેનસ, ૨ પૃથ્વી, ૩ નેપચ્યુન અને ૪ પ્લુટો

સૂર્યથી ૩૦ આકાશી એકમના અંતરે આવેલા નેપચ્યુન ગ્રહનો વ્યાસ ૨૭,૬૦૦ માઈલનો છે. યુરેનસની પેઠે એનો ધ્રુવપ્રદેશ પણ ચપટો છે. નેપચ્યુનનો અક્ષભ્રમણ સમય ૧૫રૂ કલાકનો અને સૂર્ય-પ્રદક્ષિણાકાળ ૧૬૫ વર્ષનો છે.

નેપચ્યુનનો ગર્ભ–ભાગ ૧૨,૦૦૦ માઈલના વ્યાસનો ઘન ભાગ છે. એની ઉપર ૬,૦૦૦ માઈલ સુધી પહોંચતું બરફનું પડ છે અને તેની યે ઉપર ૨,૦૦૦ માઈલ સુધીનું નેપચ્યુનનું વાતાવરણ છે.

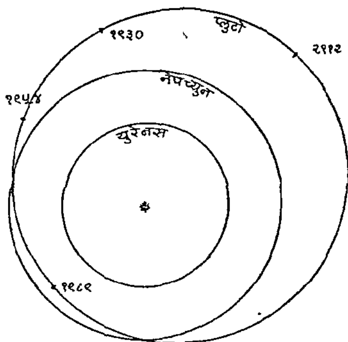
નેપચ્યુનના વાતાવરણમાં મિથેન અને એમોનિયા મુખ્ય છે.

નેપચ્યુનને બે ચંદ્ર છે. એક ચંદ્ર ખૂબ મોટા છે અને બીજો સાવ નાનો. મોટા ચંદ્રનું નામ ટ્રિટાન છે અને નાનાનું નામ નિરીડ. ટ્રિટાન લગભગ ૩,૩૦૦ માઈલના વ્યાસનો આકાશી ગોળો છે. આ હિસાબે એને બુધ ગ્રહ જેવડો ગણી શકાય. આવડા મોટા ચંદ્ર પર વાતાવરણ હોય એમ માનવામાં આવે છે. હજી એ સંબંધેની ચોક્કસ સાબિતી મળી નથી પણ વિજ્ઞાનીઓ માને છે કે ટ્રિટાન વાતાવરણવાળો છે.

નેપચ્યુન એક રીતે નસીબદાર છે. એને આપણા ચંદ્ર કરતાં મોટા ચંદ્ર મળ્યો છે અને તે પણ આપણા કરતાં વધુ નજદીકનો. ટ્રિટાનનું નેપચ્યુનથી અંતર ૨,૨૦,૦૦૦ માઈલનું છે. ટ્રિટાન અવળી ગતિવાળો ચંદ્ર છે. એ પશ્ચિમમાં ઊગી પૂર્વમાં આથમે છે. આમ વક્રી ચંદ્ર હોવા છતાંય એ બે રીતની વિશિષ્ટતા ધરાવે છે. પહેલી વિશિષ્ટતા દ્વારા એ માત્ર ૭ દિવસમાં જ ગ્રહની પરકમ્મા કરી નેપચ્યુનને નાનો મહિનો અર્પે છે. એની બીજી વિશેષતા એના વજનદાર હોવાની છે. સૂર્યમાળામાં એના જેવો વજનદાર બીજો એકે ચંદ્ર નથી.

રહી નિરીડની વાત. એ ૨૦૦ માઈલ કરતાં યે નાના વ્યાસવાળો ચંદ્ર છે. મૂળે એ ખૂબ ઝાંખો છે અને તેમાંયે પાછો ૩૫૯ દિવસે ગ્રહની પ્રદક્ષિણા ફરી ધૂમકેતુ જેવી કક્ષા-દાખવે છે. નેપચ્યુનની પાસેમાં પાસે હોય છે ત્યારે ૧૦ લાખ માઈલના અને દૂરમાં દૂર જાય ત્યારે

૬૦ લાખ માઈલના અંતરે એ રહેતા હોય છે. નિરીડની શોધ પણ મિરાન્ડાની શોધની પેઠે આજકાલની શોધ ગણાય તેવી છે. એની શોધ ઈ. સ ૧૯૪૯મા થઈ હતી.



પ્લુટોની કક્ષા નેપચ્યુનની કક્ષાને કાપે છે.

નેપચ્યુનની પાર પ્લુટો ગ્રહ છે. એનો વ્યાસ ૩,૦૦૦ માઈલનો છે નેપચ્યુનનો એ એક ઉપગ્રહ તો નહિ હોય એવી એક કલ્પના આજકાલ જોર પર છે. કલ્પના સિદ્ધ ન થાય ત્યાં સુધી તો આપણે એને સાચો ગ્રહ માનીને જ ચાલવું રહ્યું. ગ્રહમાથી એ ઉપગ્રહ બનવાનો નથી એટલે અને અત્યારના હિસાબે, સૂર્યમાળાનો એ છેલ્લો ગ્રહ છે તેથી આપણે એની નિરાંત મને યાત્રા કરી આવી યમલોકનું પુણ્ય હાંસલ કરવુ જોઈએ. પ્લુટોને પ્રાન્ક યા યમ પણ કહે છે. અને

તેથી યમ યા અન્તક સમક્ષ પાપ પુણ્યના લેખા સિવાય બીજી વાત પણ કઈ થઈ શકે ?

૧૧. પ્લુટોની યાત્રા

પ્લુટો સૂર્યમંડળનો સૌથી દૂરનો ગ્રહ છે. સૂર્યથી એનું અંતર ૩૬૭ કરોડ માઈલનું છે. આ અંતર સૂર્ય–પૃથ્વી વચ્ચેના અંતર કરતાં લગભગ ૪૦ ગણું છે. ચંદ્ર સુધી રૉકેટ દ્વારા પહોંચવાના પ્રયત્નો થઈ રહ્યા છે. પણ હજી એ બધા પ્રાયોગિક દશામાં છે. પૃથ્વી–ચંદ્ર વચ્ચેનું અંતર બે લાખ ચાલીસ હજાર માઈલનું છે. પૃથ્વી પ્લુટો અંતર આ અંતર કરતાં ૧૬,૦૦૦ ગણું છે. આમ છતાંય જો ચંદ્ર સુધી પહોંચવું શક્ય બનશે તો પ્લુટો સુધી પહોંચવાનું પણ બની શકશે. આકાશયાનના વેગમાં નજીવો ફરક પડતાં એ ચંદ્રને બદલે પ્લુટો યા બીજા કોઈ પણ ગ્રહ સુધી પહોંચી શકે તેમ છે. આજ કારણે રૉકેટ ઉડ્ડયનના બધા પ્રયોગો ચંદ્રને લક્ષમાં રાખીને કરવામાં આવે છે.

પૃથ્વી પરથી ઊંચે ઊચકાયેલી કોઈ પણ વસ્તુ પાછી પૃથ્વી પર જ પડે છે. હજી સુધી એવી કોઈ વસ્તુ મળી નથી કે જે પૃથ્વીની સપાટી છોડી દૂર અવકાશમાં ફેંકાઈ ગયી હોય. હા, ચંદ્રનો અપવાદ છે. જૂના જમાનામાં પૃથ્વી ઠંડી પડતી હતી ત્યારે એની દેહમાંથી એક લચકો વિખૂટો પડીને અવકાશમાં ચાલ્યો ગયેલો એવો ચંદ્ર–જન્મ–સિદ્ધાંત માન્ય રાખીએ તો એ અપવાદ ગણી શકાય. બાકી પૃથ્વીનું આજનું વાતાવરણ એનું જૂનું જન્મજાત વાતાવરણ નથી. જન્મજાત વાતાવરણ અવકાશમાં છટકી ગયેલું અને ત્યાર બાદ અનેક યુગો પછી આજનું વાતાવરણ અસ્તિત્વમાં આવ્યું છે. આજે તો આ વાતાવરણ (જે વાયુ સ્વરૂપ છે) પણ પૃથ્વીને છોડીને દૂર જઈ શકે એમ નથી.

પૃથ્વીથી અલગ પડી દૂર અવકાશમાં સરકી જવા માટે બહુ ભારે વેગની જરૂર છે. એક કલાકે ૨૫,૦૦૦ માઈલના વેગથી કોઈ પદાર્થ દૂર ફેંકવામાં આવે તો તે હંમેશ માટે પૃથ્વીને છોડી જશે.* આટલા વેગથી વિદાય લેતા પદાર્થને પૃથ્વીનું ગુરુત્વાકર્ષણ બળ પકડી રાખે એમ નથી. રશિયાએ ફેંકેલો અને સૂર્ય માળાનો ગ્રહ, બનેલો લ્યુનિક પૃથ્વીની ગ્રહણ ચૂડમાંથી મુક્ત બનેલો નવો અવકાશી પદાર્થ છે.

ચંદ્ર સુધી પહોંચતા શૂન્યયાન દ્વારા પ્લુટો સુધી પહોંચવું શક્ય છે. પણ એ રીતની યાત્રા ચંદ્ર-યાત્રા જેટલા ટૂંકા સમયની નથી. પ્લુટો સુધી જઈ પાછા આવવા માટે ઓછામાં ઓછાં ૩૩ વર્ષ લાગે તેમ છે. અને તેથી આટલા લાંબા ગાળાની મુસાફરી માટે શૂન્યયાનમાં પણ પ્રાણવાયુ, પાણી અને ખોરાક વગેરેની પૂરી જોગવાઈ કરવી પડે. કદાચ એમ પણ બને કે શૂન્યયાનનો મોટો ભાગ આ વસ્તુઓ રાખવામાં રોકાઈ જાય. પ્લુટો સુધી જઈ આવવાની સામાન્ય અવધિ ૩૩ વર્ષની છે. પણ ખાસ પ્રસંગે એ ૨૫ વર્ષ જેટલી બની શકે તેમ છે. ગ્રહો સૂર્યની આજુબાજુ દીર્ઘવૃત્તમાં ફરે છે. આ કારણે તેઓ એક વાર સૂર્યની વધુ નિકટ અને એક વાર વધુમાં વધુ દૂર રહે છે. પ્લુટો સૂર્યની સાવ નજદીક આવે ત્યારે પ્લુટો પર પહોંચવાનું ગોઠવાય તો જવા આવવાના સમયમાં લગભગ ૮ વર્ષનો બચાવ કરી શકાય.

પ્લુટોની યાત્રા ખરેખર લાંબી યાત્રા કહેવાય ખાસ કશો ઇષ્ટલાભ થવાનો ન હોય તો આવડી લાંબી, જિંદગીના અર્ધાભાગ જેટલા સમયની યાત્રા કોણ કરે?

પ્લુટોની યાત્રામાં પ્રાપ્ત થવાના પુણ્યની કે બીજા કશા લાભની લાલચ આપી શકાય તેમ નથી. પ્લુટો સૂર્યથી ખૂબ ખૂબ દૂર છે એટલે સંભવિત છે કે એની પરનું એનું પોતાનું વાતાવરણ સચવાઈ રહ્યું

* પણ સૂર્યમંડળને છોડીને નહિ.

હોય. પ્લુટો સાવ નાનો ગ્રહ છે એટલે એણે પોતાનું વાતાવરણ પકડી રાખ્યું હશે કે કેમ એની શંકા થાય એવું છે. વાતાવરણ શબ્દ સાંભળી હરખાઈ જવાનું નથી. પૃથ્વીના વાતાવરણમાં પ્રાણવાયુ અને નત્રવાયુ મુખ્ય છે. પ્લુટોના વાતાવરણમાં એ બંનેનું અસ્તિત્વ છે જ નહિ. પ્લુટોનું વાતાવરણ આર્ગવાયુ, હેલિયમ અને નિયોન ગૅસનું બનેલું માનવામાં આવે છે. આ કારણે એની મુલાકાત લેનારે હવા, દબાણ અને ગરમી (હૂંફ) મેળવવાનો પૂરતો બંદોબસ્ત કરીને ઊડવું રહ્યું.

પ્લુટોનું ભૂપૃષ્ઠ કાં તો નાગા ખડકોનું હશે યા બરફાચ્છાદિત પહાડોનું. વાયુઓ હશે તો તે પ્લુટો પરની કાતિલ ઠંડીને કારણે બરફરૂપ પામી ગયા હશે આવા પ્લુટો પર ગરમીના પૂરા રક્ષણ વિના તેમ જ દબાણની યથોચિત સહાય વિના ઊતરવું ખરેખર ખતરનાક છે.

પ્લુટો પર ઊતર્યા પછી પણ એનાં ભૂપૃષ્ઠ, વાતાવરણ અને આકાશ સિવાયની બીજી ઘણી ઓછી વાતોનો અભ્યાસ કરવાનો મોકો મળવા સંભવ છે. પ્લુટોને ચંદ્ર નથી એટલે એની ભૂમિને મળતો પ્રકાશ એક માત્ર સૂર્યનો પ્રકાશ છે. પ્લુટો પરથી દિવસના કાળા આકાશમાં તારા સ્પષ્ટ રીતે દેખાશે. એ બધા પૃથ્વી પરથી દેખાય છે તેટલા જ છોટા રહેશે પણ દેખાશે વધુ ચળકતા અપવાદ થશે સૂર્યતારાનો. પ્લુટો પરથી જોતાં સૂર્ય ચળકતા મોટા બિંદુ જેવો દેખાશે. જોકે એ બિંદુમાંથી પ્લુટોને મળતો પ્રકાશ, આપણને મળતા પૂર્ણચંદ્રના પ્રકાશ કરતાં સામાન્યતઃ બસો ગણો તેજસ્વી હશે. પ્લુટો સૂર્યની સાવ નિકટ હશે ત્યારે એ પ્રકાશ ૭૫ ગણો થશે.

પ્લુટો પરથી બીજા ગ્રહોને જોવા શક્તિશાળી દૂરબીનની જરૂર પડશે. મોટે ભાગે ગ્રહો સૂર્યની નિકટમાં જ દેખાશે. એમને એમના પૂર્ણપ્રકાશિત સમયે જોવા અનુકૂળ નથી. એ બધા અર્ધપ્રકાશિત (સાતમ આઠમની ચંદ્રકળા જેવા) હશે ત્યારે જ સારી રીતે જોઈ શકાશે.

રહી પ્લુટોના આકર્ષણની વાત.

પ્લુટો નાનો ગ્રહ છે તેથી એની પરનું ગુરુત્વાકર્ષણબળ ઓછું છે. પંડિતો કલ્પે છે કે પ્લુટો પર, ચંદ્રની પેઠે, ઊંચું તેમજ લાંબું કૂદવાના અનેકવિધ વ્યાયામ પ્રયોગો કરી શકાશે. પણ આટલા જ લાભ ખાતર, સનાતન તારા પ્રકાશવાળી અને પ્રાણવાયુ વિહીન પ્લુટોની શીતસૃષ્ટિની યાત્રા કરી આવવા, પોતાની જિંદગીનો અર્ધો ભાગ ખરચવા કોઈ તૈયાર થશે ખરું?

૧૨. મુક્તક અને કાવ્ય

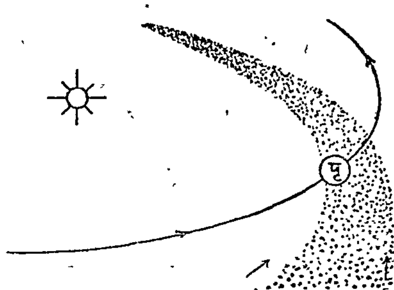
૧. મુક્તક ઉલ્કા

તમે કદી તારાને તૂટી પડતાં જોયો છે? અંધારી રાતના આકાશમાં એકાએક તેજલિસોટા પાથરી અદૃશ્ય બની જતો ખરતો તારો ન જોયો હોય એ કેમ બને?

સળગતી હવાઈની પેઠે આકાશમાં સરકી અને કદીક ફાટી વિલુપ્ત થઈ જતા આ ખરતા તારા સાચેસાચ તારા નથી. સાચા તારા સ્થિર તારાઓ છે. તે આપણાથી અબજો માઈલ દૂર છે. તે બધા આપણા સૂર્ય જેવા નાનામોટા સૂર્યો છે, ખરતા તારા આપણી નજદીકના છે. સ્થિર તારાઓના હિસાબે એ સરકતા દેખાય છે માટે એમને સરકતા યા ખરતા તારા કહેવામાં આવે છે. એમનું સાચું નામ ઉલ્કા છે.

ઉલ્કાઓને આપણે નજદીકના આકાશી પદાર્થ કહ્યા પણ એ કંઈ આપણી પૃથ્વીનાં સંતાન નથી. એ બધી બહારથી આવે છે સૂર્યની આજુબાજુ પૃથ્વી અને ગ્રહો વગેરે ફરે છે તેમ અબજો અને પરાર્ધોની સંખ્યામાં ઉલ્કાઓ સૂર્યની આજુબાજુ ફરતી હોય છે. સૂર્યની પરકમ્મા કરતાં કરતાં પૃથ્વી ઘણી વાર આ ઉલ્કાઓના માર્ગ

પાસે થઈ પસાર થાય છે. અને ત્યારે અતિ નાની ઉલ્કાઓ પૃથ્વીના



ઉલ્કાપથ

આકર્ષણથી પૃથ્વી તરફ ખેંચાઈ આવે છે. કમાનમાંથી છૂટેલા તીરની પેઠે એ ખૂબ વેગથી પૃથ્વી તરફ ધસે છે અને પૃથ્વીના વાતાવરણ સાથે રગડ ખાઈ લાલચોળ બની સળગી ઊઠે છે. અનેક ઉલ્કાઓ અતિ ગરમ થતાં ફાટી યા તૂટી જાય છે.

આ થઈ એકલદોકલ ઉલ્કાની વાત. કોઈ કોઈ વાર, આકાશમાં એક જ ઠેકાણેથી અનેક ઉલ્કા ખરતી જોવામાં આવે છે. વર્ષ દરમિયાન આવા પ્રસંગો સાત આઠ વાર બને છે; પણ ખાસ જોવા લાયક પ્રસંગો બે છે. એક નવેંબરની ૧૬ તારીખની આસપાસનો

અને બીજો ૧૨ ઑગસ્ટની આજુબાજુને આ દિવસોએ મધ્યરાત્રિ પછી ઘણા ખરતા તારા જોવા મળે છે. નવેંબર માસમા સિંહ રાશિમાંથી અને ઑગસ્ટ માસમા યયાતિ મંડળ માથી ઉકા ફૂટી નીકળતી જણાય છે. ઉલ્કા ખરવાના આવા પ્રસંગોને ઉલ્કાઝરી કહેવામા આવે છે.



ખરતી ઉલ્કા

પણ ત્યારે આ ઉલ્કા છે શું? એ કેવડી મોટી હોય છે? ઉલ્કા લોખંડ તેમજ પથ્થરનો બનેલો આકાશી પિંડ છે. એ નાના નાઈના દાણાથી માંડી સેંકડો રતલ વજનની હોય છે. આકાશમાં પ્રકાશતી જે ઉલ્કા આપણે જોઈએ છીએ તે વટાણાના દાણા જેવડી હોય છે. આવી ઉલ્કા પૃથ્વીના વાતાવરણમા પ્રવેશ પામ્યા પછી, પૃથ્વીથી ૮૦ માઈલ દૂર હોય ત્યારે દેખાવા માંડે છે અને ૫૦ માઈલ દૂર રહે તેટલામાં બળીને ખાખ થઈ જાય છે. કેટલીક ખૂબ તેજસ્વી ઉલ્કા પૃથ્વીથી ૨૦ માઈલ જેટલે છેટે પણ આવી પહોચે છે. આમ છતાય અપવાદ રૂપ ઉલ્કાઓને બાદ કરતા ઘણીખરી ઉલ્કાઓ પૃથ્વી સુધી પહોચતા પહેલ જ બળી યા તૂટી ફાટી નાશ પામે છે દરરોજ નાની નાની અનેક કરોડ ઉલ્કાઓ તૂટી પડે છે. આમ છતાય પૃથ્વી પર દરરોજ તૂટી પડતી ઉલ્કાઓનુ કુલ વજન ભાગ્યે ૨૦ મણ જેટલું થાય! એ બધીની રાખ પૃથ્વીની સપાટી પર પાથરીએ તો એના પડની જાડાઈ એક ઇંચના કરોડમા ભાગની થશે!

✡

આનો અર્થ એવો નથી કે ઘણી મોટી ઉલ્કાઓ પૃથ્વી સુધી નહિ પહોંચતી હોય ઘણી વાર મોટી અને વજનદાર ઉલ્કા પૃથ્વી પર આવી પછડાય છે. આવી ઉલ્કાને ઉલ્કાપથ્થર કહેવામાં આવે છે. આજ સુધી પડેલા ઉલ્કાપથ્થરોનું નિરીક્ષણ કરતાં માલૂમ પડયું છે કે એમાંના મોટા ભાગના પથ્થર લોખંડના અથવા લોખંડ અને પથ્થરના બનેલા જણાયા છે.

બહુ જ થોડી ઉલ્કાઓ પૃથ્વી સુધી પહોંચે છે એનો અર્થ એવો નથી કે આપણા જીવનમાં, આપણા ગામમાં યા આપણી નજર સમક્ષ જ ઉલ્કાપાતનો કોઈ બનાવ ન નોંધાય. પૃથ્વી પર ઉલ્કાપથ્થર પડયાના અનેક છૂટાછવાયા પ્રસંગો નોંધાયા છે. ખૂબીની વાત એ છે કે એ બધા પ્રસંગોમાં, આજ સુધી કોઈ માણસને ઈજા થયાનું જાણવા મળ્યું નથી.

ઉલ્કાપથ્થર સાવ નાના હોય છે એવું પણ હોતું નથી. કોઈ કોઈવાર ભારે ઉલ્કાશિલાઓ પડે છે. ૩૦ જૂન ૧૯૦૮ માં સાઇબીરિયામાં આવી ભારે ઉલ્કાશિલા પડી હતી. એને કારણે ૬૦ માઈલની ત્રિજ્યાના ઘેરાવામાં જે વનસ્પતિ હતી તેને રણક્ષેત્રમાં હણી નાખેલા સૈનિકની પેઠે ચત્તાપાટ થઈ જવું પડયું હતું ઉલ્કાપાતને કારણે આ વિસ્તારનું જંગલ બળી ગયું હતું.

સાઇબીરિયાની ઉલ્કાશિલા કરતાં પણ એક બહુ મોટી ઉલ્કાશિલા આજથી ૫૦,૦૦૦ વર્ષ પહેલાં, અમેરિકાના એરિઝોના પરગણામાં પડી હતી. એ ઉલ્કા વડે પડેલો ખાડો આજે પણ મોજૂદ છે. એ ઉલ્કાગર્તની ઊંડાઈ ૬૦૦ ફૂટ અને વ્યાસ ૪૦૦૦ થી ૫૦૦૦ ફૂટનો છે. ગર્તની કિનારી જમીનની સપાટીથી ૧૫૦ ફૂટ ઊંચી છે! કલ્પના કરવામાં આવે છે કે મૂળ ઉલ્કાશિલા લગભગ ૭૫ ફૂટ વ્યાસની અને કરોડ ટન વજનની હશે. દર કલાકે દોઢ લાખ માઈલના વેગથી ધસી આવતી આ ઉલ્કાશિલા ધરતીમાતાને ભેટી હશે ત્યારે બંને વચ્ચે પ્રેમની કેવી ઉષ્મા પ્રકટી હશે!!

ઉપર કથિત ઉલ્કાશિલા આજના ધમાલિયા કોઈ શહેર પર પડે તો? જાનમાલની હાનિ કર્યાનું એને ઉત્તમ બિરુદ જરૂર મળે. પ્રથમ તો કદાચ એને પરમાણુ બોમ્બ જ કલ્પી લેવામાં આવે!

ઉલ્કા વિષેની એક ભ્રામક માન્યતા એવી છે કે ઉલ્કાપથ્થર જમીન પર પડે છે ત્યારે તે બળબળતો, ન અડી શકાય એવો પદાર્થ હોય છે. વાત સાચી નથી. અપવાદ રૂપ ઉલ્કાશિલાઓને બાદ કરતાં, પૃથ્વી પર આવી પડતા ઉલ્કાપથ્થર ઠંડા હોય છે. એક બીજો ખોટો ખ્યાલ ઉલ્કામાં સોનું, ચાંદી કે એવી કીમતી ધાતુઓ હોવાનો છે. કેટલાક તો વળી ઉલ્કાપથ્થરમાં જવાહિર શોધે છે. ઉલ્કાપથ્થર સામાન્યતઃ લોખંડ, નિકલ, કોબાલ્ટ, રેતી, કાર્બન અને એવી વસ્તુઓનો બનેલો હોય છે. કોઈ કોઈમાંથી પ્લેટિનમ અને હીરાકણીની છાંટ મળી આવે છે પણ તે નામમાત્રની. એવાં પ્લેટિનમ અને હીરાકણીની કશી જ કિંમત હોતી નથી.

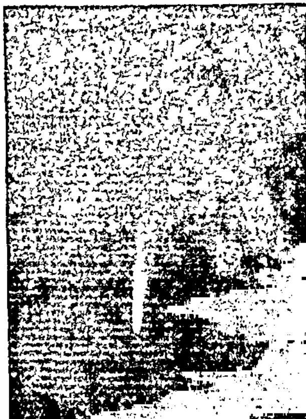
ઉલ્કાપથ્થર સંઘરવા યા મેળવવાનો લોભ થાય એવી કોઈ ફાયદાકારક વસ્તુ નથી. છતાંય ખગોળશાસ્ત્રીઓને એ ખૂબ ઉપયોગી છે. સામાન્યતઃ બે ચાર પૈસા પણ ન કમાવી આપતી ઉલ્કા પૃથ્વીના વાતાવરણ અને આકાશી પદાર્થોનાં સ્વરૂપ તેમજ બંધારણ સમજવામાં વૈજ્ઞાનિકોને ભારે મદદરૂપ થાય છે.

૨. કાવ્ય ધૂમકેતુ

પુરાતન કાળમાં માણસ જંગલી અવસ્થામાં હતો ત્યારે એ પ્રકૃતિનાં વિવિધ અંગો તેમ જ રૂપોને ઓળખી શકતો નહિ. એમનાથી એ બીતો એટલું જ નહિ, પણ પોતાની બીક ટાળવા એ આ બળોને તેમજ રૂપોને પૂજનીય તત્ત્વ માની એમની પૂજા-આરાધના કરતો. આજે આ ભીતિમાંથી મનુષ્ય મુક્ત થતો જાય છે. અને છતાંય આશ્ચર્યની વાત એ છે કે સૌન્દર્યમૂર્તિ શનિનાં દર્શન નથી

કર્યાં એવા અનેક ભણેલાઓ વહેમોથી હજી મુક્ત બની શક્યા નથી.

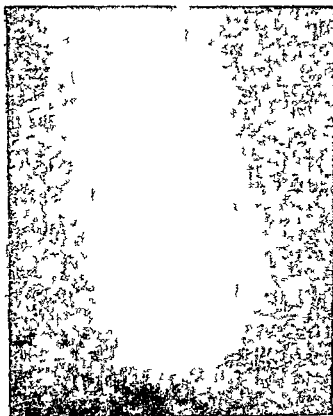
અજ્ઞ અને બુદ્ધિના અલ્પ વિકાસવાળાં મનુષ્યો ધૂમકેતુનું નામ સાંભળીને ચમકે છે: જાણે કે એમના પર વજ્ર પ્રહાર થવાનો હોય એવો ભાવ અનુભવે છે. પણ ધૂમકેતુમાં ખરેખર એવો ડર રાખવા જેવું કશું જ નથી. ઊલટું એનું દર્શન કર્યા બાદ એના સૌન્દર્યની અમીટ છાપ દિવસો સુધી ધૂમકેતુનાં વખાણ કરવા પ્રેરે છે.



ધૂમકેતુ

તારાને પૂછડું ફૂટ્યું હોય એવો ધૂમકેતુ દેખાય છે કદી ન જોયેલું યા કલ્પેલું દર્શન જોઈ મનુષ્ય મન ઉગતાઈ જાય એ દૃષ્ટિએ ધૂમકેતુને બીક ઉત્પન્ન કરતો જરૂર લેખી શકાય

ધૂમકેતુ રોજનો બનાવ નથી અનેક વર્ષો બાદ એકાદ ધૂમકેતુ દેખાતો હોય છે તારાઓની પેઠે ધૂમકેતુના નિશ્ચિત આકાશી સ્થાન



ધૂમકેતુનું માથું

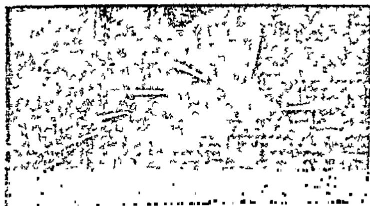
હોતાં નથી. પોતાની કક્ષામાં ફરતો ધૂમકેતુ સૂર્ય પાસે આવી પહોંચે છે ત્યારે જ એ દેખા દે છે. એને પૂછડી પણ ત્યારે જ ફૂટતી હોય છે.

સામાન્ય રીતે ધૂમકેતુના શરીરના બે ભાગ છે. માથું અને પૂછડી. ધૂમકેતુનું માથું ૧૫,૦૦૦ માઈલથી માંડી ૮૦,૦૦૦ માઈલના વ્યાસનું હોય છે, જ્યારે પૂછડી લાખો માઈલ લાંબી. કેટલાક ધૂમકેતુઓની પૂછડી ૯ કરોડથી ૧૨ કરોડ માઈલ જેટલી લાંબી વધે છે. માથું અને પૂછડી બંને પારદર્શક છે. ધૂમકેતુની પૂછડીની આરપાર જોઈ શકાય છે તેમ એના માથાની પર આરપાર જોઈ શકાય છે; જોકે એ બંનેના દ્રવ્ય સંચયમાં ખાસો ફરક છે. ધૂમકેતુનું માથું લખોટી જેવડા અને મોટા પણ એકબીજાથી અત્યંત દૂર આવેલા અસંખ્ય ટુકડાઓનું બનેલું છે. આ બધા ટુકડાઓનું કુલ દળ ખૂબ જ ઓછું છે. આ કારણે ધૂમકેતુનું માથું હલકું તેમજ પોલું છે પૂછડીની વાત સાવ જુદી છે એમાં નક્કર ઘન દ્રવ્ય છે જ નહિ. એ માત્ર વાયુદ્રવ્યની બનેલી છે. ધૂમકેતુનું આ વાયુ દ્રવ્ય અત્યંત પાતળું છે. પૂછડીનું હજારો ઘન ફૂટમાં વિસ્તરેલું દ્રવ્ય આપણા વાતાવરણના હિસાબે માત્ર એક ઘનફૂટમાં જ સમાઈ જાય.

ધૂમકેતુના માથામાં ઘન ટુકડા છે પણ એથી એનું માથું ઘન ગણી શકાય નહિ માથું ઘન યા નક્કર હોય તો ધૂમકેતુ સૂર્યની આડે થઈ પસાર થાય ત્યારે એનું માથું સૂર્યબિંબ પર કાળા ટપકારૂપે દેખાવું જોઈએ. પણ આજ સુધીમાં આવું જોવા મળ્યું નથી. ધૂમકેતુના માથામાં અર્ધા માઈલથી બે માઈલ સુધીની લંબાઈવાળા ઘન ટુકડા પણ હોય છે પણ એ શિલાખંડો વચ્ચે અનેક માઈલોનું અંતર હોવાથી એ બધા સમગ્ર રૂપે ઘનતા દાખવી શકતા નથી. ધૂમકેતુના માથા વડે તારો પણ ઢંકાઈ શકતો નથી! તારાને માથાની પાર જોઈ શકાય છે.

ધૂમકેતુને હમેશા પૂછડી હોતી નથી. કક્ષામાં ફરતો ફરતો એ સૂર્ય પાસે આવે છે ત્યારે એને પૂછડી ફૂટે છે. આ કેવી રીતે બને છે તે જોઈએ

ધૂમકેતુ સૂર્ય નજદીક આવતો જાય છે ત્યારે સૂર્યનો વધુ ને વધુ તાપ એના માથા પર પડે છે. તાપને કારણે ધૂમકેતુના ટુકડાઓ વચ્ચેનો વાયુ વિસ્તાર પામે છે અતિ પાતળો અને હલકો એ વાયુ સૂર્યતાપનો વધુને વધુ માર ખાય છે છેવટે એ હારે છે અને પાછળ ઠેલાતો જાય છે આમ એ અનેક લાખ માઈલ સુધી ઠેલાઈ જાય છે, અને પૂછડી રચે છે સૂર્યની વધુ નિકટ જતા ધૂમકેતુની પૂછડી લાબામાં લાંબી બની જાય છે. સૂર્યથી દૂર જતા એ ટૂકી થવા માંડે છે અને છેવટે નામશેષ બની જાય છે. ત્યાર બાદ ધૂમકેતુનુ માથુ જ એની કક્ષામા ફર્યુ રહે છે.



પૂછડી ફૂટે છે.

સામાન્યત. ધૂમકેતુને એક પૂછડી હોય છે પણ કોઈ કોઈ વાર બે યા વધુ પૂછડીવાળા ધૂમકેતુ જોવા મળ્યા છે એક ધૂમકેતુને સાત પૂછડી હતી અને બીજાને વળી એથી પણ વધુ હતી મજાની

થાય એ છે કે ધૂમકેતુની પૂછડી સિવાય પણ [illegible]



મેરહાઉસ ધૂમકેતુ

નહી કેટલીક વાર પૂછડીમા ગાંઠો પડી જાય છે અને તે તૂટી પણ જાય છે તૂટેલી પૂછડીઓ ફરી પણ ફૂટે છે

ધૂમકેતુનું માથું સૂર્યનો તાપ ખાઈ ખાઈને અંતે તૂટી જ જાય છે. કેટલીક વાર એક ધૂમકેતુને બદલે બે ધૂમકેતુ પણ બની જાય છે. ધૂમકેતુ તૂટી જતા એમાથી ઉલ્કા મળે છે આમ ધૂમકેતુ ઉલ્કાની જનની છે. ઉલ્કાઓ ધૂમકેતુની કક્ષામા જ રખાતી રહે છે.

બે જાણીના ધૂમકેતુની વાત કરી આ પ્રકરણ પૂરું કરીએ.

મોર હાઉસ: આ ધૂમકેતુ ઈ. સ. ૧૯૦૮માં દેખાયો હતો. એની પૂછડીએ અનેક આકાર પ્રકાર ધારણ કર્યા હતા. અને તેથી એનાં અનેક ચિત્રોમા એનું રૂપભિન્નત્વ જોઈ શકાય છે મો હાઉસની પૂછડીની ખાસ વિશેષતા પૂછડી તૂટીને ફરી નવી ફૂટવાની હતી. પૂછડી તૂટી જઈ નવી ફૂટી નીકળવાનો બનાવ ૨૦ કલાકમાં જ બની ગયો હતો નવાઈની વાત એ હતી કે નવી પૂછડી ફૂટયા પછી એ થોડા જ સમયમાં જૂની પૂછડી જેટલી લાંબી થઈ ગઈ હતી.


હેલી ધૂમકેતુ

હેલી: જૂના જમાનાથી સમય સમયને આંતરે નિશ્ચિત રૂપે દેખા

વરાળ ઠરીને દ્રવરૂપ પામે છે. માટે દ્રવરૂપની પહેલાંનું રૂપ વાયુનું હોવું જોઈએ. એટલે કે આજની ઘન ભૂકવચવાળી આપણી પૃથ્વી અનેક યુગો પહેલાં વાયુરૂપની સ્થિતિવાળી હશે ચંદ્ર જે આજે ઘનરૂપમા છે તે પણ એક કાળે વાયુરૂપમાં હશે.

અને એમનું એ વાયુરૂ ઠંડું તો નહિ જ હોય ને? આપણા આજના વાતાવરણ જેવું ઠંડુ એ વાયુરૂપ હશે ખરું? આજના વાતાવરણમાંથી દ્રવરૂપ પેદા કરવા અતિ ઘણી કૃત્રિમ ઠંડી ઉત્પન્ન કરવી પડે છે. ઊકળતી વરાળ સામાન્ય ઉષ્ણતામાને ઠરીને ગરમ પાણી બને છે. પૃથ્વીનો ભીતરી ભાગ અતિ ગરમ છે એટલે આપણે સહેજે કહી શકીએ કે પૃથ્વીનું અતિ પ્રાચીન વાયુરૂપ ખદબદતા યા ઊકળતા વાયુનું હોવું જોઈએ.

સૂરજ ઉષ્ણવાયુનું સ્વરૂપ છે. એનું પહેલાંનું સ્વરૂપ શુ હશે?

સૂરજ પૃથ્વી કરતાં તેરલાખ ગણો મોટો છે અને પૃથ્વી ચંદ્ર કરતાં પચાસ ગણી મોટી છે. તો શું પૃથ્વી અને ચંદ્રને સૂરજમાંથી અલગ પડેલાં માની શકાય?

આમ સમજીએ—પૃથ્વીને સૂર્યમાંથી જન્મેલી સમજીએ—તો પછી સૂર્ય શામાંથી જન્મ્યો હશે? એનું આદિ શું હશે?

પણ પૃથ્વીનો જન્મ થયેલો છે એમ માનવાનું કોઈ સબળ કારણ હશે ને?

યુરેનિયમ અને પ્લુટોનિયમનુ નામ સૌએ સાંભળ્યું હશે જ આ ધાતુઓ પરમાણુ બોમ્બ બનાવવાના કામમા આવે છે. યુરેનિયમ ધાતુ પૃથ્વીના પડમાંથી મળી આવે છે. પણ પ્લુટોનિયમ તેની રીતે મળી આવતી નથી. એને યુરેનિયમમ થી બનાવવી પડે છે. આમ શાથી?

એનો જવાબ પણ યુરેનિયમ આપે છે.

પૃથ્વીમાંથી જે યુરેનિયમ મળી આવે છે તે બે પ્રકારનું છે. એકને યુરેનિયમ ૨૩૮ કહેવામાં આવે છે અને બીજાને યુરેનિયમ

૨૩૫. આ બે પૈકી યુરેનિયમ ૨૩૫ ધીરે ધીરે વિલુપ્ત થતું યુરેનિયમ છે. એક જ જગાએથી મળી આવેલા આ બંને યુરેનિયમ પ્રકારોની તપાસ કરતાં વિદ્વાનોને જણાયું છે કે યુરેનિયમ ૨૩૮નો જે જથ્થો છે તે પુરાણા સમયથી જેનો તે જ કાયમ છે જ્યારે યુરેનિયમ ૨૩૫નો ૧૦૦મા ભાગનો જથ્થો અવશિષ્ટ રહ્યો છે. યુરેનિયમ-૨૩૫ જે રીતે વિલુપ્ત થાય છે તે રીતની કાળગણના કરી જોતાં માલુમ પડ્યું છે કે યુરેનિયમ ૨૩૫ એના પૂરા જથ્થાના રૂપમા, આજથી ત્રણ અબજ વર્ષ પૂર્વે હશે.

યુરેનિયમ કરતા પ્લુટોનિયમ વધુ ઝડપથી વિલુપ્ત થાય છે અને તેથી આજે પૃથ્વી પર એ ક્યાંય મળી શકતું નથી. પ્લુટોનિયમ કૃત્રિમ રીતે બનાવવામાં આવ્યું છે એટલું જ નહિ પણ તેની નાશ પામવાની ગતિવિધિના આધારે વિદ્વાનોએ સાબિત કર્યું છે કે અનેક યુગો પહેલાં એ પૃથ્વી પર મોજૂદ હતું પણ એની ઝડપથી વિલુપ્ત થવાની પ્રક્રિયાને પરિણામે આજે એ સાવ અદશ્ય થઈ ગયું છે. આજે તે યુરેનિયમમાંથી બને છે, પણ એ રીતે બનેલું પ્લુટોનિયમ ક્ષણજીવી છે.

ઉપર્યુક્ત ત્રણ અબજ વર્ષ શાની અવધિ ગણવી? યુરેનિયમ ૨૩૫ ના જન્મની કે બીજા કશાની?

યુરેનિયમ ૨૩૫ તત્ત્વ છે. એના જન્મની ઉંમર ત્રણ અબજ વર્ષની છે. આનો અર્થ એ થયો કે જે જે પદાર્થોમાં યુરેનિયમ ૨૩૫ મોજુદ છે અથવા મોજૂદ હતું તે બધા ત્રણ અબજ વર્ષ કરતાં પુરાણા છે જ. તત્ત્વો મળીને પદાર્થ બને છે. આ હિસાબે પૃથ્વી, સૂરજ અને તારાઓની ઉંમર ત્રણ અબજ વર્ષ કરતાં વધુ લેખાય.

પૃથ્વી, સૂરજ અને તારા આટલી ઉંમરના હોવાની અલગ અલગ કોઈ સાબિતી મળી છે ખરી?

પૃથ્વીની ઉંમર શોધવા માટે ભૂસ્તરશાસ્ત્રીઓ અને ખગોળશાસ્ત્રીઓએ અનેક તરકીબો યોજી છે. એ બધાનો સારાંશ એટલો છે કે

પૃથ્વીની ઓછામાં ઓછી ઉંમર ત્રણ અબજ વર્ષની અને વધુમાં વધુ ઉંમર સાત અબજ વર્ષની છે.

સૂર્ય અને તારાઓની ઉંમર તેમની અંદર આવેલા આર્દ્રવાયુ (હાઇડ્રોજન)ના જથ્થાના આધારે નિશ્ચિત કરવામાં આવે છે. સૂરજ અને તારા જે ગરમી આપે છે તે આર્દ્રવાયુનું હેલિયમમાં રૂપાંતર થવાથી મળે છે સૂર્યના આર્દ્રવાયુના વપરાયેલા જથ્થાના હિસાબે વૈજ્ઞાનિકોએ શોધી કાઢ્યું છે કે સૂર્યની સામાન્ય ઉંમર સાત અબજ વર્ષની છે. સૂર્યની છે તે જ વાત તારાઓની પણ છે. મતલબ કે સૂર્ય અને તારા વગેરે મળીને બનેલા આપણા તારા વિશ્વની ઓછામાં ઓછી ઉંમર સાત અબજ વર્ષની છે.

કેવો લાંબો સમય–ગાળો? પાંચ અબજ વર્ષ પહેલાં જન્મેલી પૃથ્વી આજે સાવ ઘરડી થઈ ગયેલી લેખાય ને?

વૈજ્ઞાનિકો કહે છે કે પૃથ્વી હજી યુવાવસ્થામાં છે; સૂરજ કિશોર અવસ્થામાં છે; જ્યારે ચંદ્ર ઘરડો થઈ મૃત્યુ પામ્યો છે.

એક જ સાથે જન્મેલાંની કેવી કરુણ કહાણી!

સૂર્ય અને તારાઓની જન્મકથાનો તાળો મેળવતાં પંડિતોને માલૂમ પડ્યું છે કે એ બધા આજથી સાત અબજ વર્ષ પહેલાં જન્મેલા પણ એમનો એ જન્મ માત્ર અડધા કલાકમાં બનેલી એક મહાઘટનાને આભારી છે!! મૂળભૂત ઈલેમ નામના પુરાણા યુગના આદિ અણુઓ ભારે વિસ્ફોટથી તૂટી ગયેલા અને તેમાંથી પરમાણુ નીપજી બાદમાં તારા અને સૂરજની સૃષ્ટિ બંધાઈ ગયેલી.

પણ આ થઈ આડકથા. આપણે સાત અબજ વર્ષની અવધિની વાત કરતા હતા. મનુષ્યના આયુષ્યના હિસાબે એ કેવડો લાંબો સમય ગણાય? એટલા સમયમાં ચંદ્ર જન્મીને પણ દિવંગત ગયો અને પૃથ્વી ઉંમરલાયક (!) થઈ ગઈ!!

પણ ખગોળની દૃષ્ટિએ આ બહુ લાંબો સમય ગણાતો નથી. હજી તો એવાં અનેક અબજ વર્ષ સુધી આપણું વિશ્વ ટકવાનું છે.

એટલે કે પૃથ્વી હજી બે કરોડો વર્ષ સુધી જીવતી—ચેતન પ્રાણ—રહેશે અને સૂર્ય, ત્યાર બાદ અનેક કરોડો વર્ષ સુધી મૃત પૃથ્વીને અજવાળતો રહેશે એમ ને?

હા, એમ જ. પંડિતોએ સૂર્યમાં રહેલા આર્દ્રવાયુના જથ્થા પરથી હિસાબ ગણી કાઢ્યો છે કે આપણો સૂર્ય હજી ઓછામાં ઓછાં વીસ અબજ વર્ષ સુધી જીવંત રહેવાનો છે. અલબત્ત આ અરસામાં એને કશો અકસ્માત ન નડે તો. (પૃથ્વી અને બીજા ગ્રહો સૂર્યને નડેલા એક અકસ્માતનું પરિણામ છે બીજો અકસ્માત નડે અને પૃથ્વી લોપ થઈ નવી પૃથ્વીનો જન્મ થાય એમ પણ બને.)

બીજી મહત્વની વાત એ છે કે સૂર્યના નાશ પામવાની સાથે સારા વિશ્વનો નાશ થતો નથી સૂર્ય કરતાં અનેકગણા વધુ હાઇડ્રોજનના જથ્થાવાળા તારા આકાશમાં ટમકે છે.

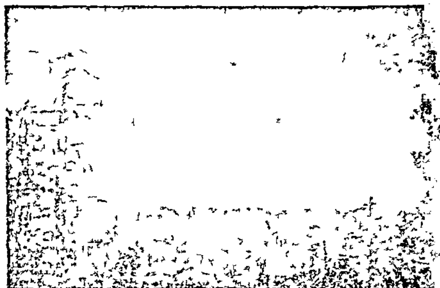
તારા અને સૂર્યની વાત છોડી દઈ આપણી જ વાત કરીએ તો આપણાં—આદમ જાતનાં—આદિ અંત તેટલાં જ વિસ્મયજનક લાગશે.

માનવજાતને પૃથ્વી પર જન્મ્યે વધુમાં વધુ ૩૦ લાખ વર્ષ થયાં છે. મનુષ્યને સુધર્યે માત્ર ૩૦ હજાર વર્ષ થયાં છે. જ્યારે એની સંસ્કૃતિનાં અમીટ છાપચિહ્ન માત્ર ત્રણ હજાર વર્ષ પહેલાંનાં ગણાય છે. વિજ્ઞાનની રીતે માત્ર ૩૦૦ વર્ષનો વિકાસ પામેલો મનુષ્ય પૃથ્વીની ઉંમરના હિસાબે કેવો નાનકડો લેખાય?! અને છતાં ય એ નાનકડો માનવી ઇચ્છે તો પૃથ્વીના અંત સુધી પૃથ્વી પર રહી શકે એમ છે અંદરોઅંદર લડાઈટંટા કરી પોતાની જાતને ખતમ કરવાને બદલે, મનુષ્યજાતને ખતમ કરનારી કીટ પતંગ વગેરેની સૃષ્ટિને વશમાં કરી, પૃથ્વી પર અનેક યુગો સુધી જીવવાનું બુદ્ધિચાતુર્ય એ બતાવશે ખરો?

અર્વાચીન જેનો આદિ કહી શકાય એવી ડાહી મનુષ્યજાત મારેનો સુખદ અંત કેટલો દૂર છે!

૧૪. અનંત અને ક્ષુદ્ર

આકાશમા વિહરતા રૂપરૂપના અંબાર જેવાં વાદળોને જોઈ કવિ ગાય છે



વાદળ

હાં રે અમે ગ્યાં'તાં,
હો રંગના ઓવારે,
કે તેજના ફુવારે,
અનંતને આરે,
કે રંગરંગ વાદળિયાં.
હાં રે અમે પહોંચ્યાં

હો આભલાને આરે,
કે પૃથ્વીની પાળે,
પાણીના પથારે,
કે રંગરંગ વાદળિયાં *

વાદળોનું આ અનંત ક્યાં સુધીનું હશે? માથા ઉપર દૃષ્ટિ કરીશું તો માંડ બે પાંચ માઈલનું થશે. એથી ઊલટું પૃથ્વીની સપાટી પર નજર કરીશું, તો વાદળોનું એ અનંત બહુબહુ તો પંદર કે વીસ માઈલનું થશે પણ ઊંચે ચડી—હિમાલયના સૌથી ઊંચા શિખર ગૌરીશંકર પેર ચડી—પૃથ્વીની પાળ જોવાનો પ્રયત્ન કરીશું, તો એ અનંત વધુમાં વધુ અઢીસો માઈલનું થશે.

આ અંતરને અનંત કહેવાય ખરું?

પૃથ્વી પરનું મોટામાં મોટું અંતર એની કેડના કંદોરા—વિષુવવૃત્ત—નું છે. આમ પૃથ્વી પરના પાણીના પથારાનું વધુમાં વધુ અંતર ૨૫,૦૦૦ માઈલનું થશે. પણ આ અંતરને અનંતનું અંતર કહેવાય ખરું?

આંકડાની દૃષ્ટિએ અને કલ્પના-યાત્રામાં આ અંતર ભલે નાનું લાગે. પગે ચાલીને એટલું અંતર કાપવાનું હોય તો ખ્યાલ આવે કે દેખીતું નાનું અંતર પણ કેવું મોટું અને અંતરગરનું લાંબું થઈ જાય છે.

સૂરજ અને ચંદ્રને ક્ષિતિજ પર ઊગતા અને આથમતા જોઈ પહેલાંના લોકોએ ધારેલું કે એ બંને પૃથ્વીની એક ધારેથી નીકળે છે, પછી ઊંચે આકાશમાં ચડે છે અને છેવટે નીચા ઊતરી પૃથ્વીની બીજી ધાર પાછળ લપાઈ જાય છે પૃથ્વીની આ ધારો શોધવાનો પ્રયત્ન કરવામાં આવ્યો, ત્યારે માલૂમ પડયું કે પૃથ્વીને એવી ધારો છે જ

* શ્રી. સુન્દરમ્ 'કાવ્યમંગલા'માંથી

નહિ; ઊલટું જાણવા મળ્યું કે પૃથ્વી ગોળ છે અને સૂરજ અને ચંદ્ર તેનાથી અલગ છે; એટલું જ નહિ પણ દૂરના છે. વળી સૂરજ અને ચંદ્ર છેટા છે, માટે જ આવડા નાના દેખાય છે એ તથ્ય પણ સમજાયું.

આકાશમાં ચગાવેલી પતંગ વધુ દોરી છોડીએ તેમ દૂર ને દૂર સરકતી જાય છે. પતંગ દૂર જતાં નાની ને નાની દેખાતી જાય છે. દસપંદર રીલનો દોર છોડીએ તો પતંગ એટલી બધી દૂર જશે, કે દેખાવી પણ મુશ્કેલ થશે. ચંદ્ર પતંગ જેવડો નાનો નથી. એ ૨,૦૦૦ માઈલ વ્યાસનો મોટો આકાશી ગોળો છે. પતંગના હિસાબે એ આપણાથી ઘણોઘણો દૂર છે. પંડિતો કહે છે કે ચંદ્ર આપણાથી સવાબે લાખ (૨,૪,૦૦૦૦) માઈલ દૂર છે. પતંગ અને પૃથ્વીના હિસાબે કેવડું મોટું અંતર! કલાકે ૪૦૦ માઈલના વેગે દોડી આટલું અંતર કાપવું હોય, તો લગભગ ૨૫ દિવસ લાગે! પૃથ્વી પર આવડું મોટું અંતર કાપવા આપણે પૃથ્વી ફરતા લગભગ દસ આંટા મારવા પડે!

આવડું મોટું અંતર, પૃથ્વીને ફરતા આંટા મારી ઘણાઓએ કાપ્યું છે. પણ એટલું જ અંતર પૃથ્વીથી દૂર અવકાશમાં, કોઈ માઈના લાલે હજી સુધી કાપ્યું નથી.

આનો અર્થ એ નથી કે એટલું અંતર કશાથી કપાયું જ નથી. એ અંતર કપાયું પણ છે અને મપાયું પણ છે કોઈ પક્ષીએ આ અંતર કાપ્યું હશે એમ રખે માનતા. જીવધારીનું તો એ ગજું જ નથી પૃથ્વીથી જેમ ઊંચે ને ઊંચે જતા જઈએ તેમ હવા પાતળી થતી જાય છે. સાડાત્રણ માઈલ ઊંચે જતાં હવાનું દબાણ અરધું થઈ જાય છે અને પાંચસો માઈલ પછી તો હવા જેવું કશું રહેતું જ નથી. પાંચસો માઈલ પછીનો પ્રદેશ વાતાવરણ વગરનો છે. એવે સ્થળે જીવધારી જીવી શકે શી રીતે? અને કૃત્રિમ રીતે જીવે તોપણ વાતાવરણમાં જ ઊડી શકતું વિમાન અવકાશમાં ચલાવી શકે પણ કઈ રીતે?

અવકાશ (શૂન્ય)નું આ અંતર કાપનાર છે પ્રકાશ. કલ્પનામાં પણ ન આવે એવી જબરી એની ઝડપ છે. દુનિયાની કોઈ પણ ઝડપ એના હજારમા ભાગને પણ પહોંચી શકે એમ નથી. પૃથ્વી પરની મોટામાં મોટી ઝડપ ક્ષુદ્ર પૃથ્વીની જ છે. પૃથ્વી દર સેંકડે ૧૮½ માઈલ અથવા દર કલાકે ૬,૬૬,૦૦૦ માઈલના વેગથી સૂર્યની પરકમ્મા કરે કરે છે. દર કલાકે ૪૦૦–૫૦૦ માઈલ કાપતાં વિમાનોના હિસાબે કેવી મોટી ઝડપ! અને છતાંય પ્રકાશની ઝડપ આગળ પૃથ્વીની આ ઝડપ સાવ તુચ્છ છે. પ્રકાશનો વેગ છે સેંકડના ૧,૮૬,૦૦૦ માઈલનો. મતલબ કે પ્રકાશનો અશ્વ દર સેકંડે ૧,૮૬,૦૦૦ માઈલનું અંતર કાપતો વિશ્વમાં દોડી રહ્યો છે. આ દોટના હિસાબે ચંદ્રનું પૃથ્વી સુધીનું અંતર માત્ર સવા પ્રકાશ સેકંડનું જ થાય છે. પ્રકાશને દોડવા માટેનું કેવડું નાનું અંતર!

આ જ ગણતરીએ પૃથ્વી અને સૂર્ય વચ્ચેનું અંતર સવાઆઠ પ્રકાશ મિનિટનું યા સવા નવ કરોડ (૯,૩૦,૦૦,૦૦૦) માઈલનું થાય છે.

આકાશમાં એકલા સૂરજ અને ચંદ્ર નથી. એમના સિવાય ગ્રહો, તારાઓ, ખરતા તારા અને ધૂમકેતુ પણ છે. તારા અને ગ્રહો પૈકી ગ્રહો આપણી વધુ પાસે છે. બધા ગ્રહોમાં મંગળ પૃથ્વીની સૌથી વધુ નજદીક આવે છે. છેટામાં છેટો ગ્રહ પ્લુટો છે. આકાશમાં એને નરી આંખે જોઈ શકાતો નથી. એનું તેજ ખૂબ મંદ છે. પ્લુટોના પ્રકાશને પૃથ્વી સુધી આવી પહોંચતાં લગભગ ૭ કલાક લાગે છે. કયાં સૂર્ય પૃથ્વી વચ્ચેના સવાઆઠ પ્રકાશ -મિનિટનો અંતરગાળો અને કયાં આ ૭ કલાકનું પ્રકાશ અંતર!

સૂર્ય–પૃથ્વી વચ્ચેના અંતરને આકાશી એકમ કહેવામાં આવે છે. એ એકમના હિસાબે પ્લુટોનું પૃથ્વીથી અંતર ૩૯½ આકાશી એકમ અથવા ૩,૬૭,૦૦,૦૦,૦૦૦ (ત્રણ અબજ સડસઠ કરોડ) માઈલ થાય છે. કેવડું મોટું અંતર! એક મિનિટે ૨૦૦ના હિસાબે

આંકડાની ગણતરી કરીએ, તોપણ આવડી મોટી સંખ્યા ગણતાં લગભગ ૩૫ વર્ષ લાગશે!

રાતના આકાશી ચંદરવે લટકી ટમકટમકતી આંખમિચામણાં કરતા તારા આપણે ધારીએ છીએ એટલા પાસે નથી. તારા આપણાથી એટલા બધા દૂર છે, કે એમનાં અંતર માઈલોમાં યા આકાશી એકમોમાં માપવાં અનુકૂળ નથી. બીજી વાત એ પણ છે કે આકાશના બધા તારા આપણાથી એકસરખે અંતરે આવેલા નથી. કેટલાક તારા આપણી પાસેના છે તો કેટલાક વળી દૂરના. કેટલાક તારા એટલા બધા દૂર છે કે એમને નરી આંખે જોવા પણ મુશ્કેલ છે. નરી આંખે જે તારા આપણે જોઈએ છીએ, તે પૈકીના વધુ ચળકતા તારા આપણી પાસેના છે, જ્યારે ઝાંખા દૂરના

તારાઓ પણ નાનામોટા સૂર્યો છે. એ બધા આપણાથી ખૂબ ખૂબ દૂર આવેલા છે; માટે જ આટલા નાના પ્રકાશબિંદુ જેવા દેખાય છે. આપણી નજદીકના ચળકતા તારાઓમાં જે તારો * સાવ નિકટનો છે, એનું અંતર પૃથ્વી-સૂર્ય અંતરના હિસાબે ૨,૭૦,૦૦૦ ગણું છે. કેવડું મોટું અંતર! પ્રકાશ દોટના હિસાબે આ અંતર સવાચાર (૪.૩) પ્રકાશવર્ષનું થાય છે.

સૂર્ય, ગ્રહો, ખરતા તારા (ઉલ્કા) અને ધૂમકેતુ મળી જે એક જગત બને છે એને સૌરજગત યા સૂર્યમંડળ કહે છે. સૂર્યમંડળના દૂરમાં દૂરના ગ્રહ પ્લુટોના હિસાબે આખા સૂર્યજગતની પૂરી એવડી લંબાઈ (વ્યાસ) બાર પ્રકાશ-કલાકની થાય છે. હમણાં જ જેની વાત કરી ગયા તે સમીપ તારા અને સૂર્ય વચ્ચેની ખાલી જગ્યામાં, સૂર્યમંડળ જેવાં બીજાં મંડળોને (તે એકબીજાને ન અડે એ રીતે) મૂકીએ તો ૬,૫૦૦ જેટલાં સૂર્યમંડળ એક હારમાં બેસી શકશે અને છતાંય એકબીજાની વચ્ચે પુષ્કળ ખાલી જગા રહેશે.

પણ અંતરની આ વાત અહીં જ અટકતી નથી. બધા તારા આપણાથી એકસરખે અંતરે આવેલા નથી. માગશર-પોષની પડતી

* નર અશ્વમંડળનો સમીપ તારો.

રાતે અગ્નિ ખૂણાના આકાશમાં નીલા રંગનો ખૂબ ચળકતો અને તેજપલટા ખાતો જે એક તેજસ્વી તારો જોવામાં આવે છે, એ આપણા પાસેમા પાસેના તારાથી બમણો દૂર બેઠેલો છે એ તારાનું નામ છે વ્યાધ શુક્ર ગ્રહને બાદ કરીએ તો આખા આકાશમાં એના જેવો ચળકતો જ્યોતિ બીજો એકે નથી. વ્યાધનું આપણાથી અંતર ૮.૬ પ્રકાશવર્ષનું છે.*

વ્યાધની ઉપર ચાર તારાની એક મોટી તારાચોકડી આવેલી છે. એના બરાબર મધ્ય ભાગમાં સીધી લીટીમાં ત્રણ તારા આવેલા છે. આ ચોકડીનું નામ છે મૃગ યા હરણ. હરણના ચાર તારાઓમા બે તારા ખૂબ તેજસ્વી છે એમાંનો એક તારો (ઉતર તરફનો નીચેનો) લાલ છે; અને બીજો (દક્ષિણ તરફનો ઉપરનો) નીલો છે. લાલ તારાનુ નામ આર્દ્રા છે અને નીલાનુ બાણરજ. આર્દ્રા તારો આપણાથી ૩૦૦ પ્રકાશવર્ષ દૂર આવેલો છે, જ્યારે બાણરજ તો એથી પણ દૂર, ૫૪૦ પ્રકાશવર્ષ છેટે આવેલો છે.



મૃગ અને વ્યાધ

* એક પ્રકાશવર્ષ = ૩૬૫¼ × ૨૪ × ૬૦ × ૬૦ × ૧,૮૬,૦૦૦ માઈલ.

પણ આ થઈ ચળકતા તારાઓની વાત ઝાંખા તારા તો એથી પણ ઘણા દૂર છે કેટલાક તારા હજાર પ્રકાશવર્ષ છેટે આવેલા છે, તો કેટલાક વળી દશહજાર પ્રકાશવર્ષ. આપણાથી દૂરમા દૂરનો તારો ૮૦,૦૦૦ પ્રકાશવર્ષ છેટે આવેલો છે પૃથ્વી સૂર્ય વચ્ચેના અંતર આઠ પ્રકાશ મિનિટના અંતરને હિસાબે આ અંતર કેવું વિરાટ લેખાય।

આકાશમા આપણે જે તારાઓ જોઈએ છીએ તે બધા મળી એક મોટુ મંડળ બનાવે છે એ મંડળનુ નામ છે આકાશગંગા-વિશ્વ. અંધારી સ્વચ્છ રાતે આકાશમા જે નહેર પટો દેખાય છે એને આપણે આકાશગંગા કહીએ છીએ એ પટામા અસંખ્ય ઝાંખા તારા આવેલા છે એ અને બીજા તેજસ્વી તેમજ ઝાંખા તારા મળી જે એક મોટી તારા-દુનિયા બને છે એનુ નામ છે આકાશગંગા-વિશ્વ

દૂરબીનની આંખે જોતા આવા એક બે નહિ પણ લાખો, નાના મોટા તારા વિશ્વો અવકાશમા વિસ્તરેલાં જણાયા છે વધુ આશ્ચર્યની વાત એ છે કે એ બધા વિશ્વો એકબીજાથી લાખો પ્રકાશવર્ષ દૂર આવેલા છે એ તારા એકબીજાથી એટલા બધા દૂર છે કે એમને એકબીજા સાથે અથડાવાનો પ્રસંગ ઊભો થાય એમ છે જ નહિ આપણા આકાશગંગા-વિશ્વની પાસે આવેલા બે તારાવિશ્વોની વાત લઈએ એમના નામ છે દેવયાની નિહારિકા અને ત્રિશંકુ નિહારિકા એ તારાવિશ્વો આપણાથી પંદર લાખ પ્રકાશવર્ષ દૂર છે એ દરેકમા આપણા સૂર્ય જેવા અનેક કરોડ સૂર્ય * સમાઈ શકે એમ છે

આ અને આવી બીજી અનેક નાનીમોટી આકાશગંગા (તારા-વિશ્વ યા નિહારિકા)ઓના અંતર માપવામા આવ્યા છે અંતર માપતા જણાયું છે કે દૂરદૂરની કેટલીક આકાશગંગાઓ તો કરોડો પ્રકાશવર્ષ દૂર બેઠેલી છે

* સૂર્યનુ કદ=તેર લાખ પૃથ્વીનુ ભેગું કદ.

આપણુ આકાશગંગા—વિશ્વ અને આ બીજા તા । વિશ્વ મળી
એક મોટુ વિશ્વ બ્રહ્માંડ થાય છે મોટામા મોટા દૂરબીન (માઉન્ટ



દેવયાની તારાવિશ્વ

પાલોમર વેધશાળાનું ૨૦૦ ઇંચનું) વડે આ બ્રહ્માંડમાં ૧૦૦ કરોડ પ્રકાશવર્ષ જેટલે ઊંડે (દૂર) જોઈ શકાયું છે. આ છે આપણા આજના અનંતની છેલ્લી હદ. રેડિયો દૂરબીનો વડે એથી પણ વધુ અનંતના ઊંડાણમાંથી આવતા અવાજો પકડી શકાશે. અને ત્યારે કદાચ અબજો પ્રકાશવર્ષ દૂર બેઠેલા તારાનગરોના અસ્તિત્વની આપણને ભાળ મળશે

અનંત અવકાશમાં વીસ કરોડ નિહારિકાઓ હોવાનું મનાય છે આમાંની ઘણીખરી નિહારિકાઓ (તારાવિશ્વો) ૨૦,૦૦૦ પ્રકાશવર્ષ લંબી અને સૂર્ય કરતા દસકરોડ ગણું દ્રવ્ય ધરાવનારી લેખાય છે।

પંડિતો કહે છે કે અનંતની કડી અહીં પૂરી થવાને બદલે વધુ ગૂંચવાય છે એમનું કહેવું છે કે આપણું આ બૃહદ વિશ્વ–બ્રહ્માંડ ફૂલતું જાય છે દર સત્રાઅબજ વર્ષે વિશ્વની લંબાઈ (વ્યાસ) બમણી અને કદ આઠગણું થતા જાય છે.

આવા આ વિરાટ બ્રહ્માંડમાં સૂર્યનું સ્થાન ક્યાં? સૂર્યના અતિ અલ્પ અંશ જેવી પૃથ્વી પર રહેનાર સાડાપાંચ ફૂટની ઊંચાઈવાળા મનુષ્યનું સ્થાન ક્યાં? અસીમ બ્રહ્માંડની દૃષ્ટિએ સૂર્ય ક્ષુદ્ર છે અને સૂર્યની દૃષ્ટિએ પૃથ્વી ક્ષુદ્ર છ પૃથ્વી પર વસતો માનવી એટલો બધો ક્ષુદ્ર–નાચીજ છે કે એની એ ક્ષુદ્રતા દર્શાવવા કરોજ આંક આપી શકાય એમ નથી. પોતાને મહાન સમજતો મનુષ્ય વિશ્વની અમાપ વિશાળતામાં–

દરિયાને તીર એક રેતીની ઓટલી
ઊંચી અટૂલી અમે બાંધી જી રે! *

એમ કહી પોતાની વિરાટ ક્ષુદ્રતા અનુભવે તો પણ બસ છે.

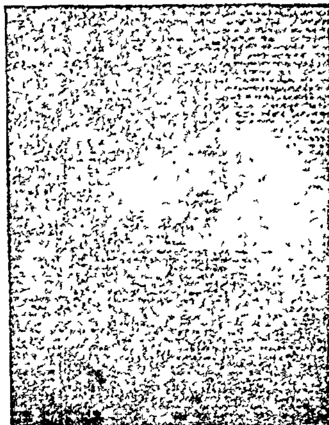
* શ્રી સુન્દરમ્

૧૫. રૂપરંગની કહાણી

રૂપ અને રંગની મેાહિની કેવી અદ્ભુત છે! સૃષ્ટિમાં સર્વ સ્થળે એની લીલા જોવા મળે છે. એકલા ઘાસના પણ કેવા વિવિધ પ્રકારના લીલા રંગ છે! પૃથ્વી પર નજર કરતાં લીલેા રંગ સૌથી વધુ દષ્ટિમાં આવે છે, પણ તેમ છતાં ય એ સર્વોચ્ચ કક્ષાનેા રંગ નથી. રંગના સપ્તકનેા પ્રથમ રંગ છે લાલ અને છેલ્લેા રંગ છે નીલેા. કુદરતે લાલ રંગને ખૂબ છુપાવીને રાખ્યેા છે. શરીરના લેાહીમાંનેા લાલ રંગ કેવેા ચામડી નીચે એની લીલાનેા વિસ્તાર કરી રહ્યો છે! અને ઉષા-સંધ્યાના લાલ રંગ કેટલા ઓછા ટકે છે! અતિ લાલનાં યા લાલનાં અતિદર્શનથી ઉશ્કેરાટ અનુભવાય છે. એથી ઊલટું નીલા રંગથી શાંતિ અનુભવાય છે. લાલ, પીળા અને બીજા રંગેા કરતાં વધુ ટકી શકે તે માટે તેા કુદરતે આસમાનને નીલેા રંગ નહિ આપ્યેા હેાય? આપણી પૃથ્વી કરતાં અનેકગણેા મેાટેા નીલેા આકાશી ચંદરવેા રેાજ ને રેાજ જોવા છતાં યે એ અળખામણેા કેમ નહિ લાગતેા હેાય?

સમાન ભૂમિ પર ઊભા રહેવા માટે કુદરતે કાળા રંગની કેવી સુંદર યોજના કરી છે!

પણ આટલી વાતના અપવાદ સિવાય આકાશમાં કાળો રંગ શુદ્ધ રૂપમાં બહુ ઓછો જોવા મળે છે. સૂર્યનાં કલંકો કાળાં કહે-વાય છે પણ તે રૂપાના સફેદ રંગ કરતાં પણ વધુ ઊજળાં



કાળાં વાદળ

છે ! હા, આકાશમાં કાળા તારાઓ છે પણ મનુષ્યની આંખ એમને સહેલાઈથી જોઈ શકે એમ નથી. એ જોવા માટે મનુષ્યને દીર્ઘદૃષ્ટા બનવું પડે છે. દૂરબીનની મદદથી સહસ્રનેત્ર બની મનુષ્ય અવકાશના ઊંડાણમાં આવેલા કાળા તારા અને કાળા વાદળોનો પત્તો મેળવી શક્યો છે.

કાળાં વાદળ કહું છું એટલે કાળા રંગનું પાણી વરસાવનાર કે વગર વરસ્યે આકાશના એક ખૂણામાંથી નીકળી બીજા ખૂણામાં વિલુપ્ત થઈ જનારાં પૃથ્વી પરનાં વાદળ સમજવાનાં નથી. આ છે અવકાશી કાળાં વાદળ કે જે પોતાની પાછળ, આપણી પૃથ્વી કરતાં લાખોગણા મોટા હજારો તારાઓને પણ છુપાવી બેઠાં છે !

તારા કરતાં વાદળ મોટાં ?

પણ એમની મોટાઈ જાણવા, પ્રથમ તારાઓની થોડી વાત જાણવી પડશે. તારાઓના રૂપરંગની બાબત પણ સમજવી પડશે.

આપણી સાવ નજદીકનો તારો સૂર્ય છે એને સાવ નજદીકનો કહેવા છતાં ય એ આપણાથી ઘણો ઘણો દૂર છે. આકડાની રીતે કહેવું હોય તો સૂર્ય પૃથ્વીથી સવ નવ કરોડ માઈલ દૂર છે એમ કહેવાય. પણ એટલું અંતર વિમાનને પૂરું કરવું હોય તો દર કલાકે ૫૦૦ માઈલની ઝડપે ઊડતા પણ ૨૧ વર્ષ લાગી જાય ! અને છતાં ય એ અંતર કાપતા પ્રકાશને માત્ર સવાઆઠ મિનિટ લાગે છે. સૂર્યનો પ્રકાશ દેખાય છે સફેદ, પણ એને જન્માવનાર સૂર્યનો રંગ સફેદ નથી. સૂર્ય પીળા રંગનો તારો છે. રંગના અનુક્રમમાં પીળો રંગ લાલ કરતા ઊંચો ગણાય છે અને એ રીતે સૂરજનું મહત્ત્વ લાલ તારા કરતા વધુ ગરમ હોવાનું છે.

તો શું બધા તારા ગરમ છે ? કેટલા ગરમ ? લુહારની ભઠ્ઠીમાં સળિયો ગરમ કરીએ તેટલા કે એથી વધુ ગરમ ?

લોખંડના કાળા સળિયાને તાપમા ગરમ કરવામા આવે છે, ત્યારે એ લાલ થાય છે અને વધુ તપાવતા પીળા રંગનો થવા માંડે છે; પણ તેથી એ સુરજની ગરમી સાથે સરસાઈ કરી શકે એમ નથી ક્યાં ક્ષુદ્ર લોખંડનો સળિયો અને ક્યા વિરાટ સ્વયંજ્યોતિ સૂર્ય ! સૂર્ય સ્વયંજ્યોતિ છે એટલે કે એના શરીરમાથી આપમેળે ગરમી અને પ્રકાશ પ્રકટે છે અને તે પણ કેવા વિરાટ સ્વરૂપમા ! ઊગતા સૂર્યની સામે ભલે બે પાચ મિનિટ આપણે જોઈ લઈએ, પણ મધ્યાહ્નના સૂર્ય સામે થોડીક ક્ષણો જોવુ પણ મુશ્કેલ છે જીવનદાતા સૂર્ય આખોનુ તેજ હરી લે છે અને પછી તેજ વિનાની દુનિયામાં માત્ર કાલિમાનુ સામ્રાજ્ય ફેલાઈ જાય છે.

સૂર્ય યા તારાનુ ઉષ્ણતામાન દર્શાવવુ હોય ત્યારે એની બહારની સપાટીનું ઉષ્ણતામાન દર્શાવવામા આવે છે. સૂર્યની બહારની સપાટીનુ ઉષ્ણતામાન ૬૦૦૦° સેન્ટિ. છે લોખંડના સળિયાનું આટલુ ઊંચુ ઉષ્ણતામાન થઈ શકે એમ છે જ નહિ. એટલુ ઊંચુ ઉષ્ણતામાન મેળવવા એણે પોતાનું ઘનરૂપ છોડી પ્રથમ દ્રવરૂપ અને પછી વાયુરૂપમા ફેરવાઈ જવુ જોઈએ અને છતાય એનું ઉષ્ણતામાન સુરજની બહારની સપાટીના ઉષ્ણતામાન જેટલું નહિં થાય ! પૃથ્વી પર સામાન્ય સજોગોમા આટલું ઉષ્ણતામાન ઉત્પન્ન કરી શકાતું નથી. પૃથ્વી પણ (ખરી રીતે અંદરનુ) ઊંચામા ઊંચુ ઉષ્ણતામાન ૪૦૦૦° સેન્ટિ. છે. ઉપરથી નક્કર દેખાતી પૃથ્વીના પેટમા લાવારસ દોડે છે. અને તેનીયે નીચે પૃથ્વીના કેન્દ્ર સુધી અર્ધ-રસ પ્રવાહી પદાર્થ છે. આ પ્રવાહીનુ ઉષ્ણતામાન ૩૦૦૦° સેન્ટિ. છે

ઉષ્ણતામાન પરથી એક વસ્તુની ભાળ લાગી છે તે એ કે સૂર્ય પૃથ્વીના બહારના ભાગ જેવો ઘન યા અંદરના ભાગ જેવો દ્રવ નથી. એનુ ઉષ્ણતામાન પૃથ્વીના પેટાળમાંના દ્રવ પદાર્થના ઉષ્ણતામાન કરતા ઘણું ઊંચું છે માટે સૂર્ય વાયુપદાર્થોનો બનેલો હોવો જોઈએ એવુ સમજી શકાય છે.

આનો અર્થ એ થયો કે દિવસના ભાગમાં પ્રકાશ આપતો સૂરજ અને રાતે ચુપચાપ બળતા તારા વાયુ પદાર્થો છે અને તેથી તે પૃથ્વી પરની કોઈ પણ વસ્તુ કરતાં ઘણા ઘણા ગરમ છે.

પણ લાલ તારા કરતાં પીળો તારો વધુ ગરમ છે એનો અર્થ શો ઘટાવવો? તારાઓના પેટાળમાં પણ વધુ ગરમી હશે ને?

ખગોળશાસ્ત્રના પંડિતો કહે છે કે લાલ તારાનું ઉષ્ણતામાન (અલબત્ત સપાટી પરનું ઉષ્ણતામાન) ૩૨૦૦° સેન્ટિ. જેટલું છે. ધાતુના દ્રવપદાર્થમાંથી ધાતુનો વાયુ બને તે પૂરતું આ ઉષ્ણતામાન છે એટલે કે જે તારાઓનાં ઉષ્ણતામાન ઓછાં છે તે લાલ રંગના તારા છે અને બીજા રંગના તારાઓની સરખામણીમાં એ ઠંડા તારા છે.

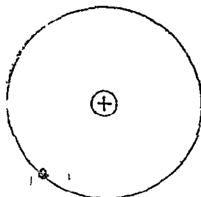
લાલ તારા કરતાં નારંગી તારા વધુ ગરમ છે. એથી વધુ ગરમ તારા પીળા રંગના છે. પીળા રંગના કરતાયે વધુ ગરમ સફેદ તારા અને તેથી યે વધુ ગરમ નીલા તારા છે. નીલા તારાઓની સપાટીનું સામાન્ય ઉષ્ણતામાન ૧૫,૦૦૦° સેન્ટિ. છે. આ સિવાય એક વિશેષ કોટિના નીલતારકો છે, જેમનું ઉષ્ણતામાન લગભગ ૨૫,૦૦૦° સેન્ટિ છે.

પણ આ થઈ તારાઓની સપાટી પરના ઉષ્ણતામાનની વાત—માત્ર રંગની દૃષ્ટિએ પાડેલા ભેદની વાત. તારાઓના પેટાળનાં ઉષ્ણતામાન તેમની બહારની સપાટીના ઉષ્ણતામાનના હિસાબે અતિઘણાં ઊંચાં હોય છે. સૂર્યની જ વાત લઈએ. રંગ અને રૂપની દૃષ્ટિએ સૂર્ય મધ્યમ પ્રકારનો તારો છે. સૂર્યના કેંદ્રભાગનું ઉષ્ણતામાન અનેક કરોડ અંશનું છે. સૂર્ય સિવાય બીજા ઘણા તારા છે કે જેમનાં કેંદ્ર સૂર્યકેન્દ્ર કરતાં પણ પચીસ–પચાસગણાં વધુ ગરમ છે!

કેંદ્રની આ ગરમીનો શો ઉપયોગ હશે?

કેંદ્રની ગરમી જ રૂપરંગની સૃષ્ટિ જન્માવે છે. સૂર્યની વાત કરીએ તો આમ કહેવાય. સૂર્યના કેન્દ્રભાગે વાયુના જે પરમાણુઓ આવેલા

છે તેમની પર સૂર્યના સવાચાર લાખ માઈલ જેટલા દ્રવ્યનો ભાર પડે છે. આટલા વિરાટ દબાણ નીચે આવેલા પરમાણુઓ અગદાઈને મરી ન જાય એટલા માટે એમના બચવાનું સબળ શસ્ત્ર બન્યું છે ગરમી અતિ દબાણ નીચે પિસાતા ગરમ પરમાણુ વધુ ને વધુ ગરમ થતા જાય છે અને ત્યારે દબાણ સહન કરવાની તેમની શક્તિ પણ વધતી જાય છે. આમ છતાંય ગરમી અને દબાણનો મારો એવો ચાલે છે કે કેન્દ્રસ્થ અનેક પરમાણુઓને તૂટી જવું પડે છે. એમના રૂપમાં વિકાર થાય છે પરમાણુ મૂળે પોલો છે અને તે તૂટતાં, પરમાણુની આજુબાજુ ફરતા ઋણાણુ પરમાણુના મૂળ ભાગ (નાભિ) થી અલગ થઈ જાય છે.



હાઇડ્રોજનનો પરમાણુ

આટલું થતામાં તો દબાણને કારણે પરમાણુ-નાભિઓ એકત્ર થવા માંડે છે અને થોડી જગ્યામાં અનેક નાભિઓ એકત્ર થઈ જતાં કેન્દ્રભાગ વધુ ઘટ્ટ (અને છતાંય વાયુરૂપ) અને ખૂબ વજનદાર બની જાય છે.

તારા જેમ વધુ ગરમ તેમ એમની પરમાણુ-નાભિઓને એકત્ર થવાનો મોટો મોકો. પણ બધા તારા એકસરખા થોડા જ છે? કેટલાક લાલ તારા એવડા મોટા છે કે ન પૂછો વાત. આર્દ્રા અને પારિજાત નામના અતિપરિચિત તારા સૂર્ય કરતાં લગભગ સાડાત્રણ કરોડ ગણા મોટા છે. અને છતાંય એમના કેન્દ્રભાગે પરમાણુઓ-નાભિઓ એકત્રે થવા જેટલી ગરમી નથી! એથી ઊલટું કેટલાક વામન તારાઓ કે જે સફેદ રંગનાં છે તેમના કેન્દ્રભાગથી પણ

પ્રશ્ન થશે કે ચૂપચાપ સળગતા આ તારા કાળક્રમે રંગમાં બદલાતા જતા હશે ખરા? ગરમી અને પ્રકાશ આપીને એ છેવટે કાળા પડી જતા હશે ખરા?

જેની ઉત્પત્તિ છે તેનો લય છે એ ન્યાયે તારાઓ ધીરે ધીરે ગરમી ગુમાવતા જાય છે. આકાશમા કેટલાંક એવા તારા જડચા છે કે જે ગરમી અને પ્રકાશ આપવાની દૃષ્ટિએ સાવ નકામા છે. આ તારા કાળા રંગના તારા છે. રંગ વિનાના અરૂપ આ તારા વિશ્વમાંના એમના નિયત માર્ગે ભ્રમણ કર્યે જ જાય છે. વૈજ્ઞાનિકો કહે છે કે ઠંડી સ્થિતિમાં રહેલો કાળો પદાર્થ, ગરમી પ્રાપ્ત થતાં પ્રકાશવા માંડે છે એટલું જ નહિ પણ બીજા પદાર્થો કરતાં વધુ ગરમી બહાર ફેંકે છે. અવકાશમા બેઠેલા પેલા કાળા તારા આવી કોઈ તકની વાટ તો નહિ જોતા હોય? અને જોતા હોય તોપણ એમને ગરમ કરે કોણ? આકાશના તારાઓમાંથી જે ગરમી બહાર વહી જાય છે તે અનંતના વિસ્તારમાં વિલુપ્ત થઈ જાય છે; એ રીતે વહી જતી ગરમીને એક સ્થળે કેન્દ્રિત થતી કલ્પવી શકચ નથી. અને તેથી કાળા તારાઓને ફરીથી નવજીવન મળે એવી કશી સંભાવના હાલ દેખાતી નથી.

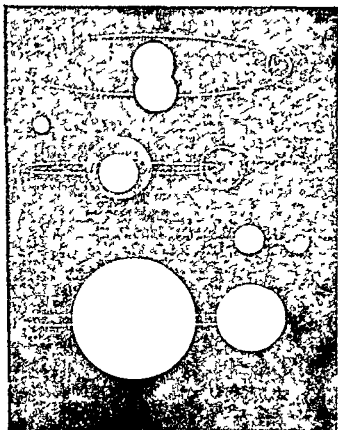
પણ આ થઈ મનુષ્યની પરિચિત બુદ્ધિએ કાઢેલા આંકની વાત. વિધાતાની વિશાળ તારાસૃષ્ટિમાં કયા પ્રયોગો થઈ રહ્યા હશે તેની પૃથ્વી પર બેઠેલા નાનકડા માનવીને શી ખબર પડે?

આપણે જોયું કે અનેક રંગવાળા તેમ જ અનેક પ્રકારનાં કદ અને ઉષ્ણતામાનવાળા તારાઓ આકાશમાં છે. અનેક રીતે વિવિધ રૂપરંગ દર્શાવતા આકાશી તારાઓની સંખ્યા નાનીસૂની નથી. પંડિતો કહે છે કે નહિ નહિ તોયે, આપણા સૂરજ જેવા લગભગ બે અબજ તારા અવકાશમાં આવેલા છે. અને છતાંય આશ્ચર્યની વાત એ છે કે આના કોઈ પણ બે તારા વચ્ચેનું અંતર પણ અબજો માઈલનું છે.

એમ રીતે અતિ સમૃદ્ધ ગણાતું આકાશ વાસ્તવમાં કેવું દરિદ્રી છે! અનંતના અસીમ વિસ્તારના હિસાબે એની સંપત્તિ સાવ ઓછી છે.

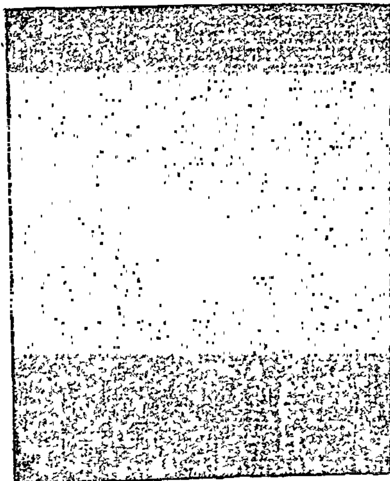
પણ આ થઈ તારાઓની માત્ર થોડી વાત

લેખના શરૂઆતમાં આપણે કાળા વાદળનો ઉલ્લેખ કર્યો હતો. તારા અને કાળા વાદળો ઉપરાંત તારાવાદળ મળી એમ તારાવિશ્વ



તારક યુગ્મો

બને છે. તારાવાદળમાં એકબીજાની લગોલગ આવેલા અનેક તારા નરી આંખે દેખાય છે. આ બધા સમૂહનું ભેગું નામ તારાવિશ્વ છે.



તારક ગુચ્છ

તારાવિશ્વમાં આર્દ્રા, સૂર્ય અને લ વ્યાધ જેવા વામન તારાઓ ઉપરાંત

અન્ય રૂપરંગવાળા અનેક તારા છે. એમાં મુખ્ય રૂપવિકારી તારકો અને તારકગુચ્છોના તારા છે.

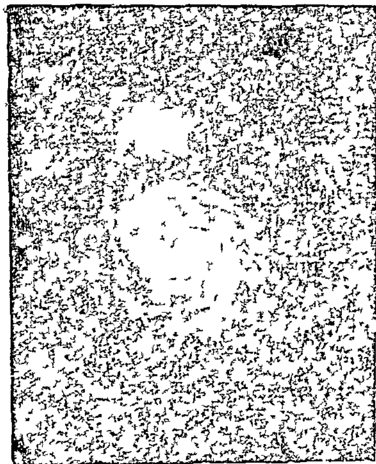
રૂપવિકારી તારાઓના તેજમાં ફેરફાર થયા કરે છે. એમનું તેજ ધીરે ધીરે કમી થતું જાય છે અને પછી પાછું વધવા માંડે છે. એમ જ કહોને કે તારાના તેજમાં ક્ષય વૃદ્ધિ થયા કરે છે. પંડિતો કહે છે કે આનું કારણ એક બીજાની આજુબાજુ ફરતી તારા બેલડીઓ હોવાનું છે. તારા બે બે યા ત્રણ ત્રણની સંગતિમાં એમના ગુરુત્વ કેંદ્રની આજુબાજુ ફરતા હોય છે. બે તારા પૈકી એક તારો કાળો હોય અને ફરતાં ફરતાં એ ચળકતા તારાને અથવા એના થોડા ભાગને પણ ઢાંકી દે તો ચળકતા તારાનું તેજ ગ્રહણ થતાં એનો તેજોવિકાર જોવા મળે છે.

એક પ્રકારના તારાનો તેજવિકાર ધબકતી નાડીની પેંઠે સંકોચ અને વિકાસ અનુભવે છે. આવો વિકાર અનુભવવાનું કારણ, એ તારો એકને બદલે બે ભાગમાં વિભક્ત થઈ જવાની તૈયારીનું પણ હોઈ શકે. અનેક યુગો સુધી ચાલ્યા કરતા કુદરતના આ વ્યાપારને સમજવા માટે પણ થોડી તપસ્યા અને સાધનાની જરૂર પડે છે. અને ત્યારે યત્કિંચિત્ રહસ્ય જાણવા મળે છે.

ઉપર્યુક્ત રૂપવિકારી તારા સિવાય બીજા એક પ્રકારના નવીન તારા અવકાશમાં જોવામાં આવ્યા છે. આ પ્રકારના તારાનું તેજ એકદમ વધવા માંડે છે. થોડા દિવસોમાં એ તારો અતિ તેજસ્વી બની જાય છે. થોડા સમય પછી એ તારાનું તેજ કમી થતાં તારો પહેલાંના જેવો ઝાંખો પડી દૃષ્ટિથી ઓઝલ થઈ જાય છે. અને ત્યારે અનેક વર્ષો સુધી પણ પછી એનામાં કશો વિકાર દેખાતો નથી.

તારાવાદળ ઉપરાંત હજારો અને લાખો તારા તારકગુચ્છોના રૂપમાં અવકાશમાં આવેલા છે. આવાં તારકગુચ્છો આપણાથી અત્યંત દૂર હોવા છતાંય એમને નરી આંખે જોઈ શકાય છે. આ હિસાબે એ ગુચ્છનાં તારા કેટલા તેજસ્વી હશે?

અનેક તારા, તારાવાદળ, તારકગુચ્છ, ઝાંખા વાદળ અને રૂપવિકારી તારાઓને સમાવતુ તારાવિશ્વ ખરેખર મહાન છે અને છતાય



મૃગશીર્ષ નિહારિકા

પંડિતો કહે છે કે આપણા આ મહાન તારાવિશ્વનો વિસ્તાર આગળ કરો હિસાબ નથી

બ્રહ્માંડમાં આપણા તારાવિશ્વ જેવાં લાખો તારાવિશ્વો આવેલાં છે. અનેક રૂપરંગવાળાં આ વિશ્વો એકબીજાથી એટલાં બધા દૂર છે કે બે તારાવિશ્વો વચ્ચે પ્રકાશને આવજા કરવી હોય તો સેકંડના ૧,૮૬,૦૦૦ માઈલના વેગે, પ્રકાશને એક તારાવિશ્વમાંથી નીકળી બીજા તારાવિશ્વ સુધી પહોંચતાં લગભગ ૨૦ લાખ વર્ષ લાગે !

લાખો તારાવિશ્વોથી ભરાયેલું છતાં કેવું ખાલીખમ બ્રહ્માંડ ! પંડિતો કહે છે કે બ્રહ્માંડનો ૯૯.૯ ભાગ ખાલી – શૂન્ય છે. જ્યારે ૦.૧ ભાગમાં ઉપર્યુક્ત લાખો તારાવિશ્વ આવેલાં છે !

અનંતના ઊંડાણમાં આટલા ઊંડે ઊતરી અથાક ચિંતન વડે પરમાત્મ (યા કુદરત) તત્ત્વને પામવાના પંડિતોના આ પ્રયત્નો પણ તારાઓનાં રૂપરંગની પેઠે વૈવિધ્યવાળા છે. પણ એમની વાત હવે પછી કરીશું.

૧૬. પડોશી તારા

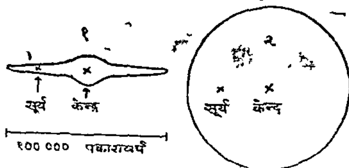
પૃથ્વીના પડોશી ચંદ્ર છે પણ એ તારો નથી. સૂરજ તારો છે. ચંદ્ર કરતાં એ વધુ તેજસ્વી છે અને છતાંય એ પરાયો નથી - પડોશી' તારો નથી. સૂર્ય આપણો જ છે. પૃથ્વી જેવી અનેક પૃથ્વીઓનો (ગ્રહોનો) એ સ્વામી છે. આપણા પૂરતી વાત કરીએ તો પૃથ્વી પરની સકળ ચરાચર સૃષ્ટિનો એ ત્રાતા, વિધાતા અને અધિષ્ઠાતા છે. અનેક યુગોથી એ આપણો જ બની રહ્યો છે અને તેથી જન-કુલોનો એ પૂજ્ય દેવ ગણાયો છે. એની અને આપણી વચ્ચે ભલે કરોડો માઈલોનું અંતર હોય, પણ એ અંતર આપણા અંતરને ખટકે તેમ નથી.

સૂર્યમંડળમાં અનેક ગ્રહો, ઉપગ્રહો (ચંદ્રો), ઉલ્કા (ખરતા તારા) અને ધૂમકેતુ (પૂંછડિયા તારા) છે. આપણા એ સ્વજન અને પડોશીઓનાં સામ્રાજ્યની હદો દર્શાવતી, એકબીજાને અરસપરસ છૂટા પાડતી, કોઈ પણ પ્રકારની દીવાલો યા સીમારેખાઓ નથી; છતાંય એ બધાંની વચ્ચે અવકાશનો એવો ભારે અંતરાય આવેલો છે કે એમની અને આપણી વચ્ચે પ્રકાશનો અભિન્ન સંબંધ ન હોત, તો એમના વિષે આપણે કશું જ જાણવા ન પામ્યા હોત. અને એ જ પ્રકાશના કારણે દૂરદૂરના બીજા અનેક જ્યોતિઓ વિષે જે કંઈ જાણવા મળ્યું છે, તે બધું અંધારાં ઉલેચાયા સિવાયનું–અદીઠ–અજાણ્યું રહ્યું હોત.

આપણી સાવ નજદીકના તારાની વાત લઈએ. વૈજ્ઞાનિકો એને સમીપતારાના નામની ઓળખે છે. એ નિકટનો તારો છે, એટલે તે સૂર્યની આજુબાજુમાં ક્યાંક આવેલો હશે એમ રખે માનતા. એ કહેવા પૂરતો સમીપનો તારો છે. એનું વાસ્તવિક અંતર ઘણું મોટું છે. સૂર્ય આપણાથી સવા નવ કરોડ માઈલ દૂર છે; જ્યારે આ સમીપતારો ૨૫,૦૦૦ અબજ માઈલ દૂર બેઠેલો છે. આંકડાઓની વાતને સાદી રીતે મૂકીએ અને પૃથ્વી–સૂર્ય વચ્ચેના અંતરને વિરાટનું એક પગલું કહીએ, તો પાસેમાં પાસેના તારાનું અંતર વિરાટનાં ૨,૭૦,૦૦૦ પગલાં બરાબર થશે!!

વિરાટની વાતો થાય ત્યાં દુન્યવી–વહેવારના સંકેતો કામ આવતા નથી. એ માટે બીજા સંકેત રચવા પડે છે. વિજ્ઞાનીઓ લંબાઈ-માપના જે સંકેત વાપરે છે, તેનું નામ છે પ્રકાશવર્ષ. પ્રકાશ એક વર્ષમાં જેટલું અંતર કાપે છે તેને પ્રકાશવર્ષ કહે છે. આ સંકેતની રીતે સૂર્ય આપણાથી સવા આઠ પ્રકાશ મિનિટ દૂર છે, જ્યારે પાસેમાં પાસેનો તારો સવા ચાર પ્રકાશવર્ષ દૂર. બીજા તારા એથી પણ વધુ દૂર છે.

આકાશમાં દેખાતા તારાઓનું જે તારાવિશ્વ બનેલું છે, તેનો દૂરમાં



આકાશગંગાવિશ્વ

દૂરનો તારો આપણાથી ૮૩,૦૦૦ પ્રકાશવર્ષ દૂર આવેલો છે. એ તારાની સરખામણીમાં ઉપર્યુક્ત સમીપ તારો સાવ પડોશનો જ કહેવાય ને? આપણું તારાવિશ્વ સંપુટ આકારનું છે. એનો વ્યાસ એક લાખ પ્રકાશ વર્ષનો છે અને જાડાઈ ૨૦,૦૦૦ પ્રકાશવર્ષની આ તારાવિશ્વમાં, સૂર્યને ફરતા ૧૦–૧૨ પ્રકાશવર્ષના અંતરે આવેલા વિસ્તારને સૂર્યનો પડોશ ગણીએ, તો એ પડોશનું ક્ષેત્ર સમગ્ર તારાવિશ્વના ૫૦ લાખમા ભાગનું થશે આ બાબતને બીજી રીતે આમ કહી શકાય સમગ્ર તારાવિશ્વને ૧૦ માઈલની ત્રિજ્યાવાળું વર્તુળાકાર નગર કલ્પીએ, તો સૂર્ય પડોશ-પ્રદેશની ત્રિજ્યા માત્ર ૫ ફૂટની થશે. એટલી જગામાં સુખે પડી રહેવાનું ઝૂંપડું પણ મુશ્કેલીથી બંધાય તારાવિશ્વની સરખામણીમાં તુચ્છ લાગતો છતાં વાસ્તવમાં કેવો મહાન સૂર્ય–પડોશ!

આવો ત્યારે હવે પડોશીઓની મુલાકાત કરીએ. સૌથી નજદીકનો, નરી આંખે દેખાતો તારો જય છે. એ સૂર્યના જેવો પણ સૂર્ય કરતાં સહેજ મોટો તારો છે. જય યુગ્મ તારો છે. એનો સાથીદાર પ્રમાણમાં થોડો ઠંડો છે (ઠંડા સાથીદારનું તેજ સૂર્યતેજના ૦·૩મા ભાગનું છે). આ બંને તારા એકમેકથી અસલે આસિ દૂર છે અને તેથી તેમની વચ્ચે તેમનાં ગ્રહમંડળ ફરતાં રહેવાનો પૂરો અવકાશ છે.

માલૂમ પડયું કે જયના બંને તારા કંઈક ખેંચાણ અનુભવે છે અને તેથી એમને આકર્ષનાર કોઈ જ્યોતિ તેમની નજદીકમાં હોવો જોઈએ. તપાસને અંતે જણાયું છે કે એ જ્યોતિ કોઈ ગ્રહ નથી પણ એક તારો છે. આકાશમા નરી આખે દેખાતા ઝાંખમાં ઝાંખા તારા * કરતાંય એ ૧૦૦મા ભાગનો એાછો તેજસ્વી તારો છે. દૂરબીન વિના એનાં દર્શન થવાં શકય નથી. ખૂબીની વાત એ છે કે આ ઝાંખા ભાઈસાહેબ જ સમીપતારાને નામે પ્રસિદ્ધ થયા છે. એની અને આપણી વચ્ચેનું અંતર સવાચાર પ્રકાશવર્ષનું છે પણ યુગલનું (જય અને સમીપતારાનું) અરસપરસનું અંતર ૧૧૦૦ અબજ માઈલનું છે. જયની આટલી નજદીક હોવા છતાંય એક વાત સમીપતારા માટે દુ:ખ ઉપજાવનારી છે. એને જયની આસપાસ પ્રદક્ષિણા કરવી પડે છે, અને એ પ્રદક્ષિણા એવી મંથર ગતિએ થાય છે કે એનો એક ચકરાવો પૂરો કરતાં એ કાલીદાસને લગભગ દસ લાખ વર્ષ લાગે છે!

ભગવાનના દ્વારપાળ જયને વંદન કરી આગળ વધીશું, તો અંતરના અનુક્રમે બર્નાર્ડ તારો, લાલેન્દ તારો, વુલ્ફ તારો અને વ્યાધ તારો આવશે. આ પૈકીના પ્રથમ ત્રણ મંદ તારા છે. વ્યાધ અતિ તેજસ્વી તારો છે. આકાશમાંનો એ સૌથી પ્રકાશિત તારો છે. પોષ અને માઘ મહિનાની સમીસાંજે એને રુઆબથી પૂર્વ દિશામાં ઊગતો. જોઈ શકાય છે. ફાગણની પડતી રાતે એ મધ્યાકાશમાં હોય છે. અને વૈશાખના વાવંટોળની મુલાકાત લઈ એ પશ્ચિમ ક્ષિતિજમાં ડૂબકી મારી જાય છે. ગામડાંના લોકો જેને 'હરણી' નામથી ઓળખે છે, તે તારકમંડળની પાછળ નીલો ચમકતો જે તારો દોડયો આવે છે, તે જ આ વ્યાધ છે.

વ્યાધ આપણાથી સાડાઆઠ પ્રકાશવર્ષ દૂર અને સૂર્ય કરતાં બમણા વ્યાસવાળો તારો છે. આમ છતાંય એ સૂર્ય કરતાં ૨૧

* છઠ્ઠા વર્ગનો તારો

ગણો તેજસ્વી છે. આનો અર્થ એ થયો કે સૂર્યને સ્થાને એને મૂકવામાં આવે, તો આપણને, આજે મળે છે તેના કરતાં ૨૧ ગણાં તાપ અને તેજ મળે. વૈજ્ઞાનિકોનું માનવું છે કે આમ થાય તો પૃથ્વી પરની સઘળી જીવસૃષ્ટિનો બે પાંચ દિવસમાં જ અંત આવી જાય.

સૂર્ય કરતાં ૮ ગણો મોટો વ્યાધ આટલો બધો ગરમ હોવાનું કારણ એનું ઊંચું ઉષ્ણતામાન છે. સૂર્યની સપાટીનું ઉષ્ણતામ.ન ૬,૦૦૦ અંશ સેન્ટિગ્રેડ છે, જ્યારે વ્યાધની સપાટીનું ઉષ્ણતામાન ૧૧,૦૦૦ અંશ સેન્ટિગ્રેડ છે.

પણ વ્યાધની ખરી છટા એના સાથીતારાની છે. વ્યાધ એકલ તારો નથી. *એ એક યુગ્મતારો છે. વ્યાધનો સાથીતારો વ્યાધની* આસપાસ ૫૦ વર્ષમા એક પરકમ્મા કરે છે. નરી આંખે ન દેખાતો એ તારો સૂર્યપ્રકાશના ૪૦૦માં ભાગનોયે પ્રકાશ આપતો નથી અને છતાંય એ મુખ્ય તારા જેટલો ગરમ છે. કદની દૃષ્ટિએ પણ એ અત્યંત નાનો તારો છે (એનું કદ પૃથ્વી કરતાં માત્ર ૨૭ ગણું છે.*) એટલે પ્રશ્ન થશે કે એ એટલો ગરમ શાથી છે ?

વ્યાધનો સાથીદાર ભલે નાનો અને ઓછો પ્રકાશિત તારો હોય, વજનની રીતે એ ભારે તારો છે. એનુ કુલ વજન સૂર્યના વજન+ જેટલું છે. અને આ વજનમાં જ એના ગરમ હોવાની શક્તિ છુપાઈ છે. વ્યાધના સાથીતારાનું સાપેક્ષ ઘટત્વ ૫૦,૦૦૦ છે. મતલબ કે એ તારાનું દ્રવ્ય, સરખા કદના હિસાબે પાણી કરતાં ૫૦,૦૦૦ ગણુ ભારે છે. અર્ધો મણ પાણી માય તેવડી ડોલમાં વ્યાધના સાથીતારાનું દ્રવ્ય ભરવામાં આવે, તો તેનું વજન ૨૫,૦૦૦ મણ થશે! વાચકોને ખ્યાલ હશે કે પૃથ્વી પરની ભારે ધાતુઓ ઘનપદાર્થો છે, જ્યારે તારાનું

* સૂર્યનું કદ=૧૩,૦૦,૦૦૦ પૃથ્વીકદ

\+ સૂર્યનું વજન (દળ)=૩,૩૦,૦૦૦ પૃથ્વીદળ

દ્રવ્ય કેવળ વાયુ છે એક નાનકડા તારામાં આટલું ભારે વાયુદ્રવ્ય કેવી રીતે ઠાંસીને ભરવામાં આવ્યું હશે ?

વૈજ્ઞાનિકોએ શોધી કાઢ્યું છે કે આપણે જે બધા પદાર્થો જોઈએ છીએ તે અંતતોગત્વા બહુ જ થોડાં મૂળતત્ત્વોના અરસપરસના મિલનયોગથી બનેલાં છે. મૂળ તત્ત્વોના સૂક્ષ્મમાં સૂક્ષ્મ ભાગ એમના પરમાણુ છે. આ પરમાણુ અંદરના ભાગે અત્યંત પોલા છે. પરમાણુ ધનાણુ અને ઋણાણુ વડે રચાય છે. ધનાણુ અને ઋણાણુ સૂક્ષ્માતિસૂક્ષ્મ વિદ્યુતકણો છે. પરમાણુઓ તૂટતાં એમનું પોતાણુ નાશ પામે છે એ વખતે ઋણાણુઓનો લોપ થઈ એમનું પ્રકાશ અને ગરમીશક્તિમાં રૂપાંતર થઈ જાય છે, જ્યારે બાકી બચેલા ભારે ભાગ એકબીજાની અત્યંત પાસે આવી જઈ, નાના કદના પણ ભારે વજનવાળા પદાર્થ સરજે છે.

વિજ્ઞાનની પરિભાષામાં આવા નાના છતાં ભારે વજનવાળા તારાઓને 'શ્વેત વામન' કહે છે. શ્વેત એટલા માટે કે એમનો રંગ સફેદ છે અને વામન એટલા માટે કે આવા તારા સૂર્યકદના દસમા ભાગ કરતાં પણ નાના છે.

અવકાશમાં, વ્યાધના સાથીતારા કરતં પણ વધુ સાપેક્ષ ઘટત્વ-વાળા તારા આવેલા છે. પણ હમણાં એમની વાત છોડી આપણે આપણા પડોશી તારાઓની મુલાકાત આગળ લંબાવીએ.

વ્યાધ પછીના જે તારા છે, તેમાંના ઝાંખા તારાઓને છોડી દઈએ તો ૧૧ વર્ષને અંતરે બેઠેલા પ્રભાસ તારા સુધી જઈ પહોંચાય. એ એક યુગ્મ તારો છે. એનો મુખ્ય તારો સૂર્ય કરતાં ૬ ગણો તેજસ્વી અને ૬૦ ગણો મોટો છે, જ્યારે સાથીતારો અત્યંત ઝાંખો—સૂર્યના હિસાબે ૨૫૦૦૦મા ભાગનો ઓછો તેજસ્વી—તારો છે.

આપણાથી ૧૨ પ્રકાશવર્ષને અંતરે આવેલા પ્રમુખ ચળકતા તારાઓની વાત ઉપર કરી. એ સિવાયના બીજા અનેક નિસ્તેજ તારા એ મર્યાદામાં આવેલા છે, પણ એમને દૂરબીનની મદદ સિવાય નરી આંખે જોવા શક્ય નથી. આમ છતાંય દૂરબીન અને બીજાં સાધનોની મદદથી જાણવા મળ્યું છે કે, ઉપર્યુક્ત અંતરની અંદર આવેલા બધા તારાઓ (જેમના અસ્તિત્વ વિષે જાણી શકાયું છે) પૈકી ૧૭ તારા યુગ્મતારા છે. આશ્ચર્યની વાત એ છે કે આ ક્ષેત્રમાંના બધા ચળકતા તારા (જય, વ્યાધ અને પ્રભાસ) પણ યુગ્મતારા છે. આ વસ્તુ એક બાબત તરફ આપણું ધ્યાન વિશેષે દોરે છે. આકાશના મોટા ભાગના તારા યુગ્મતારા છે. વળી કેટલાક તારા એવા ઝાંખા છે કે શક્તિશાળી દૂરબીન વિના એમનો પત્તો લાગે તેમ નથી. દૂરબીનની શક્તિમર્યાદા આંકી લઈએ અને આકાશમાં યુગ્મ તારાઓનું પ્રાધાન્ય કલ્પીએ તો સહેજે એક કલ્પના કરી શકાય: 'આપણા સૂર્યનો પણ કોઈ સાથીતારો હોય એમ બનવાનો પૂરો સંભવ છે.' સૂર્યનો એ સાથીતારો અગોચર રહ્યાનું એક કારણ એના વામન કદનું અને નિસ્તેજ સ્વરૂપનું આપી શકાય. અવકાશમાં અતિમંદ તેજવાળા આ પ્રકારના ઘણા વામન તારાનાં અસ્તિત્વ જાણવામાં આવ્યાં છે.

સૂર્યના સાથીદારને સમીપ તારા જેવો નિસ્તેજ તારો કલ્પી લઈએ એટલું જ નહિ પણ એને સૂર્યથી ૧૨,૦૦૦ વિરાટનાં પગલાં જેટલો (સૂર્યપૃથ્વી અંતર = ૧ પગલું) દૂર કલ્પી લઈએ, તો એ ઉપસૂર્યને આપણા સૂર્યના સાથીતારાના રૂપમાં, સૂર્યની એક પરકમ્મા પૂરી કરતાં ૧૩ લાખ વર્ષ લાગશે. વળી સૂર્યનો સાથીદાર હોવાથી એને આકાશમાં સૂર્યની સાથે જ દોડવું પડશે અને તેથી તારાઓની પૃષ્ઠભૂમિ એનું સ્થાન ખૂબ જ ધીમેથી બદલાતું રહેશે. આવો ઉપસૂર્ય અત્યારે કદાચ દક્ષિણાકાશમાં હોવાનો સંભવ છે. કદાચ તે કારણે એને અલગ તારો માનવાની ભૂલ પણ થતી હોય. આમ છતાંય

નજદીકના ભવિષ્યમાં એની જાણ થાય તો એ વિશેષ ચમત્કારભરી બાબત ન ગણાવી જોઈએ, કારણ આજના વિજ્ઞાનની ગતિવિધિ જોતા અને ભવિષ્યમાં વધુ સારા સાધનો વડે અવકાશનું સંશોધન થતા આવુ સુભગ પરિણામ આવવાની પૂરી શક્યતા છે.

આવો દિવસ ઊગશે (કે સૂર્યો ઊગશે) ત્યારે આપણાં સૂર્યને ભાઈ હોવાની વાત જાણવાનો જેટલો હર્ષ પૃથ્વીપુત્રોને થશે તેથી વધુ હર્ષ કદાચ સૂર્યને પોતાને થશે આકાશના મોટા ભાગના તારા યુગ્મ (જોડિયા) તારા છે. સૂર્ય યુગ્મતારો હોવાનું સાબિત થાય તો ભવિષ્યમાં એણે પોતે તૂટી જઈ, વૈજ્ઞાનિકો સમક્ષ આ કથન સત્ય કરી આપવાની જવાબદારી એકલા નહિ કરવી પડે, એ સૂર્ય માટે, શું ઓછા હર્ષની વાત છે?

૧૭. પરમાણુ અને પદાર્થ

આપણી આજુબાજુ નજર કરતાં આપણને અનેક પદાર્થ દેખાય છે. ઇંટ, માટીનું ઢેફું, પથ્થર, લાકડું, કાચ, લોખંડ વગેરે પદાર્થો છે. પદાર્થોને વજન હોય છે. વળી એ જગા રોકે છે અને તેથી એક જ જગામાં બે પદાર્થ એકી સાથે રહી શકતા નથી. હવાને આંખ વડે આપણે જોઈ શકતા નથી પણ તેય એક પદાર્થ છે. ખાલી લોટાને પાણીમા ઊંધો ડુબાડી પાછળથી એને વાંકો કરી એમાં પાણી ભરતાં, લોટામા ભરાઈ બેઠેલી હવા બુડબુડ અવાજ કરી બહાર નીકળી જાય છે. હવાની પેઠે પ્રકાશ પદાર્થ નથી. હવાવાળા ઓરડામાં પ્રકાશ ફેલાઈ શકે છે. પ્રકાશ, ગરમી, વિદ્યુત વગેરેની શક્તિમા ગણના થાય છે.

આપણે કહ્યું કે પદાર્થ જગા રોકે છે. પદાર્થને તોડીએ તો એના ટુકડા પડશે અને તે પણ જગા રોકશે. કેટલાક પદાર્થ સહેલાઈથી તૂટી જાય છે, જ્યારે કેટલાકને તોડતાં મુશ્કેલી પડે છે. માટીના ઢેફાને જેટલી સહેલાઈથી તોડીએ, તેટલી સરળતાથી લોખંડના ટુકડાને તોડાશે ખરો? હાથમાંથી નીચે ફેંકીને કાચને તોડી શકીએ છીએ પણ માટીના ઢેફાની પેઠે કાચને મસળી એનો ભૂકો કરી શકાય છે ખરો?

પદાર્થનો ભાંગીને ભૂકો બનાવવાની વાતમાંથી એક બીજી વાત ઊભી થાય છે. છાણને આપણે પદાર્થ કહીએ છીએ. એનો ભાંગીને યા તોડીને ભૂકો કરીએ અને એના તૂટેલા ભાગોને સરખાવીએ તો તે બધા એકસરખા હશે ખરા? એક જ જાતના હશે ખરા? છાણમાં માટી, રાડાં, પાન વગેરે અનેક વસ્તુઓ માલૂમ પડશે. મતલબ કે છાણ નામનો પદાર્થ બીજા અનેક પદાર્થોના મળવાથી બનેલો જણાશે. એક બીજું જાણીતું ઉદાહરણ લઈએ: ખીચડી કયા કયા પદાર્થો વડે બને છે? ચોખા અને દાળ એકલાં? ખીચડીમાં ચોખા અને દાળ ઉપરાંત પાણી, હળદર અને મીઠું પણ રહે છે. ચોખા અને દાળને આપણે અલગ પદાર્થો તરીકે ઓળખીએ છીએ. ખીચડીમાંથી એમને વીણી કાઢવાનું કહેવામાં આવે તો આપણે એમને સહેલાઈથી અલગ કરી શકીએ, પણ એમની સાથે મળી ગયેલાં પાણી, હળદર અને મીઠાનું શું? એમને એકબીજાથી અલગ કરી શકાશે ખરાં?

તાંબું સૌએ જોયું છે. એની સાથે યોગ્ય પ્રમાણમાં જસત ભેળવી એ બંને ગરમ કરી એકરસ બનાવતાં એમાંથી પિત્તળ પેદા થાય છે. પિત્તળનો એક ટુકડો આપ્યો હોય તો એમાથી તાંબું અને જસત ચૂંટી શકાય ખરાં? પિત્તળના અનેક નાના ટુકડા કરીએ

તોપણ એમાંથી પિત્તળ જ હાથ આવવાનું ને? પણ આમ કઈ હદ સુધી બનશે? પિત્તળના સૂક્ષ્માતિસૂક્ષ્મ ટુકડા કરીએ તો? પિત્તળ પિત્તળ નહિ રહે પણ તાંબા અને જસતના કણમાં ફેરવાઈ જશે.

પૃથ્વી પર લાખો-કરોડો પદાર્થો છે. એ બધા પદાર્થો મૂળભૂત પદાર્થો હશે કે ખીચડી અને પિત્તળની પેઠે એ પણ બીજા પદાર્થોના બનેલા હશે? ખીચડીમાં વપરાતાં પાણી અને મીઠું પણ મૂળભૂત પદાર્થો છે કે એ પણ બીજા પદાર્થોના સંયોગથી બનેલા છે? અને આ પાછળના પદાર્થો પણ મૂળભૂત હશે કે બીજા પદાર્થોના સંયોગથી બન્યા હશે? ... અને એમ એક પછી એક પ્રશ્ન કરી શકાય.

પદાર્થોના અરસપરસ સાથે ભળવાથી બીજા પદાર્થો બને છે. આનો અર્થ એ થયો કે સૃષ્ટિમાં અમુક પદાર્થ એવા હોવા જોઈએ, કે જે કોઈના ભેગા મળવાથી બનેલા નથી પણ પોતે જાતે જ સ્વયંભૂ મૂળભૂત રૂપે છે. ખીચડી બનાવવામાં પાણી અને મીઠું ખપ લાગે છે. પાણી બે પદાર્થો ભેગા મળવાથી બનેલું છે: હાઈડ્રોજન અને ઑક્સિજન. મીઠું પણ બે પદાર્થનું બનેલું છે: સોડિયમ અને ક્લોરિન. પણ આ હાઈડ્રોજન, ઑક્સિજન, સોડિયમ અને ક્લોરિન કશા પદાર્થો મળવાથી બનેલા નથી. એ મળભૂત પદાર્થો છે. લાકડાને બાળતાં એમાંથી ધુમાડો અને કોલસા મળે છે; પાણી વરાળ-રૂપે ઊડી જાય છે અને વધુ બળતાં કોલસાની રાખ થઈ જાય છે. મતલબ કે લાકડું મૂળભુત પદાર્થ નથી. આપણે રોજ ઉપયોગમાં લઈએ છીએ તે ખાંડ પણ મૂળભૂત પદાર્થ નથી. એ ત્રણ મૂળભૂત પદાર્થોના મળવાથી બનેલી છે: કાર્બન (કાર્બન), હાઈડ્રોજન અને ઑક્સિજન. આ ત્રણે પદાર્થ અમુક પ્રમાણમાં ભળીને ખાંડનું રૂપ પામે છે. એમનું પ્રમાણ જુદી રીતનું થઈ જાય તો ખાંડને બદલે સ્ટાર્ચ બને.

બધા પદાર્થોના ગુણધર્મ જુદા જુદા છે એ આપણે જાણીએ છીએ. તાંબું રાતું છે જ્યારે જસત સફેદ, પણ એ બન્નેમાંથી નીપજતું પિત્તળ પીળું છે. અને એ પિત્તળ કુંઓ સુધી પીળું જ રહે છે. મેંશ, કોયલા વગેરે કાળા કાર્બનના નમૂના છે, પણ કાર્બનમાંથી બીજા પદાર્થોના સંયોગ વડે નીપજતી ખાંડ સફેદ છે અને એના ગુણધર્મ કાર્બન કરતાં સાવ જુદા જ છે. પાણી હાઈડ્રોજન અને ઑક્સિજનનું બનેલું છે. ઑક્સિજન જલદ વાયુ છે પણ પાણી કેવું સુખકર છે। ઉપર્યુક્ત વિવેચન પરથી સમજાયું હશે કે બે યા વધુ પદાર્થોના ભેગા મળવાથી જે નવો પદાર્થ બને છે એના ગુણધર્મ તદ્દન જુદા જ હોય છે; કારણ એમાં મૂળભૂત પદાર્થો એમના મૂળ રૂપમાં રહેતા જ નથી; એ નવું રૂપ ધારણ કરે છે. મોટે ભાગે આવા પદાર્થો અગ્નિની સાક્ષીએ બનતા હોય છે. જ્યાં અગ્નિની સાક્ષી નથી હોતી ત્યાં બે પદાર્થો મળવાથી માત્ર મિશ્ર પદાર્થ બને છે, નવો પદાર્થ બનતો નથી. મિશ્ર પદાર્થમાંથી મૂળ પદાર્થના ભાગ સહેલાઈથી છૂટા પાડી શકાય છે, જ્યારે નવા બનેલા પદાર્થમાંથી એટલી સહેલાઈથી છૂટા પાડી શકાતા નથી.

ઑકિસજન અને હાઇડ્રોજનનો સંયોગ થતાં પાણી બને છે એ આપણે જોયું. પણ અગ્નિની સાક્ષી વિના પાણી નીપજતું નથી. હાઈડ્રોજનને બાળતાં એની સાથે ઑક્સિજન (દહનમાં મદદરૂપ વાયુ છે તેથી) ભળે છે અને પરિણામે પાણી નીપજે છે; પણ એ પાણીના સૂક્ષ્માતિસૂક્ષ્મ કણમાંથી હાઈડ્રોજન અને ઓકિસજન સહેલાઈથી મેળવી શકાતા નથી. એ માટે તો પાણીને સહેજ તેજાબની અસરવાળું બનાવી એમાંથી વિદ્યુત પસાર કરવી પડે છે અને ત્યારે પાણી ઑકિસજન અને હાઈડ્રોજનમાં વિભક્ત થઈ જાય છે.

ઉપર્યુક્ત બધી વાતનો સાર એટલો કે વિશ્વમાં કેટલાક પદાર્થો

મૂળભૂત પદાર્થો છે અને તેમના વિવિધ સંયોગથી સૃષ્ટિના બીજા બધા પદાર્થો બનેલા છે. પણ સૃષ્ટિના આ પદાર્થો મૂળભૂત પદાર્થોને ગમે તેમ ભેળવી દેવાથી બનતા નથી. એટલું જ નહિં પણ એમની મેળવણી અમુક પ્રમાણ-ભાગની રીતે જ થાય છે. સૃષ્ટિના પદાર્થો બનાવવામાં કામ આવતા મળભૂત પદાર્થોને તત્ત્વો કહેવામાં આવે છે. સૃષ્ટિ પર આવાં બધા મળી ૯૨ મૂળ તત્ત્વો છે : તાંબુ, ગંધક, કાર્બન, લોખંડ, સીસું, પારો, ઓક્સિજન, નાઈટ્રોજન વગેરે મૂળ તત્ત્વો છે. આ પૈકી કેટલીક ધાતુઓ છે તો કેટલાક વાયુતત્ત્વો છે.

મૂળ તત્ત્વો અમુક પ્રમાણ–ભાગની રીતે સંયોજનાં નવા પદાર્થો કેવી રીતે બને છે એ વાત સમજીએ.

જાણીતાં મૂળ તત્ત્વ ઑક્સિજન અને હાઈડ્રોજનની વાત લઈએ. હાઈડ્રોજનનો એક કણ ઑક્સિજનના એક કણ સાથે ભળતાં એમાંથી હાઈડ્રોજન, પેરોક્સાઈડ બને છે. આ પ્રવાહી મોં, દાંત વગેરે ધોવાના કામમાં (દવાખાનામાં) વપરાય છે. પાણી બનવા માટે હાઈડ્રોજનના બે કણ ઑક્સિજન સાથે ભળે છે. અને આ પાણી આપણું જીવન ધારણ કરે છે.

મીઠું બનાવવા માટે એક કણ સોડિયમ અને એક કણ ક્લોરિનની જરૂર પડે છે; જ્યારે ખાંડ બનાવવા માટે ૧૨ કણ કાર્બન, ૨૨ કણ હાઈડ્રોજન અને ૧૧ કણ ઑક્સિજનની જરૂર પડે છે. નવસાર બનાવવા ૪ કણ એમોનિયમ અને એક કણ ક્લોરિનની જરૂર પડે છે; જ્યારે મોરથુથુ બનાવવા એક કણ તાંબુ, એક કણ ગંધક અને ચાર કણ ઑક્સિજનની જરૂર પડે છે.

પ્રશ્ન થશે કે આમ અમુક પ્રમાણમાં જ કણની શા માટે જરૂર પડતી હશે?

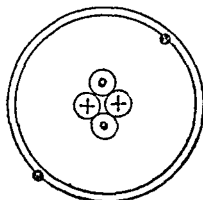
આપણે જેને તત્ત્વોના કણુ કહ્યા તેને વિજ્ઞાનની પરિભાષામાં પરમાણુ કહે છે. પરમાણુ એ તત્ત્વનો સૌથી નાનામાં નાનો અને તત્ત્વના બધા જ ગુણધર્મવાળો કણુ છે. બે પરમાણુ ભેગા થતાં નવો પરમાણુ બનતો નથી પણ અણુ બને છે. આ વાતને બીજી રીતે આમ મૂકી શકાય : પદાર્થના ગુણધર્મવાળો પદાર્થનો સૂક્ષ્મમાં સૂક્ષ્મ ભાગ અણુ છે જ્યારે એ પદાર્થને બનાવનારાં તત્ત્વોનો સૂક્ષ્મમાં સૂક્ષ્મ ભાગ પરમાણુ છે. પાણીનો અણુ બે તત્ત્વોના પરમાણુનો બનેલો છે : હાઈડ્રોજન અને ઑક્સિજન. પાણીનો, પિત્તળનો કે ખાંડનો પરમાણુ હોતો નથી, એમના અણુ જ હોય છે.

હવે મૂળ વાત લઈએ : પરમાણુ એ તત્ત્વના ગુણધર્મવાળો સૂક્ષ્મમાં સૂક્ષ્મ કણ છે. આ કણુ બીજા પરમાણુ સાથે ભળતાં એ બંનેના મિલનથી નવો અણુ પેદા થાય છે આ કેવી રીતે બનતું હશે?

એ માટે પરમાણુની દેહરચના સમજવી પડશે.

પરમાણુ અતિસૂક્ષ્મ કણુ છે (૮ અબજ વખત પરાર્ધ પરમાણુ ભેગા કરીએ તો ૧ અધોળ હાઇડ્રોજન બને); પણ એવો એ સૂક્ષ્મ કણુ પણ અંદરખાનેથી ભય-ર રૂપે પોલો છે. પરમાણુને તોડી શકાય છે, પણ જ્યારે પરમાણુના જે ભાગ બને છે તે મૂળ તત્ત્વના ગુણધર્મવાળા નથી રહેતા. એ તદ્દન જુદા જ પદાર્થ બની જાય છે એમનાં નામ છે ધનાણુ અને ઋણાણુ. આ બને વિદ્યુત કણો છે. તમે કદાચ પૂછી બેસો કે પૃથ્વીના સઘળા પદાર્થો ૯૨ મૂળ તત્ત્વોના સંયોગથી બનેલા છે એમ કહેવાને બદલે વિદ્યુત કણોના સંયોગથી બનેલા છે એમ કહીએ તો ન ચાલે? તમારી વાત બરાબર છે. પણ સામાન્ય વહેવારમાં તત્ત્વોના પરમાણુઓના સંયોજનની વાતનો આધાર લેવામાં આવે છે, અને એ વાતને સ્પષ્ટ રીતે સમજાવવા માટે ધનાણુ અને ઋણાણુના ગુણધર્મોનો નિર્દેશ તેમ જ ઉપયોગ કરવામાં આવે છે.

પંડિતોએ શોધી કાઢયું છે કે તત્ત્વોના પરમાણુઓમાં મુખ્યત્વે બે ભાગ છે : એક કેન્દ્રભાગ અને બીજો ચર્મભાગ. કેન્દ્રભાગને નાભિ કહે છે. આ નાભિની આજુબાજુ ઋણાણુ ફરતા હોય છે. ઋણાણુ નાભિથી ખૂબ દૂર હોય છે; અને તે કારણે નાભિ અને ઋણાણુ મળી બનેલો પરમાણુ અખંડ દેખાવા છતાં અંદરથી ખૂબ પોલો અને તોડી શકાય તેવો હોય છે. તત્ત્વની નાભિ એકલા ધનાણુની બનેલી હોતી નથી. હાઈડ્રોજનની નાભિ સિવાય બીજાં તત્ત્વોની નાભિમાં ધનાણુ અને શૂન્યાણુ હોય છે. ધનાણુ ધનવિદ્યુતભાર વહન કરે છે, ઋણાણુ ઋણવિદ્યુતભાર વહન કરે છે જ્યારે શૂન્યાણુમાં કોઈ પ્રકારનો વિદ્યુતભાર હોતો નથી. ધનાણુ અને ઋણાણુના મળવાથી શૂન્યાણુ બને છે અને તેથી તેમાં કશી વિદ્યુત હોતી નથી.



હેલિયમનો પરમાણુ

આપણે જોયું કે પરમાણુમાં કેન્દ્ર ભાગે નાભિ હોય છે અને તેની આસપાસ ઋણાણુ ઘૂમતા હોય છે. જુદાં જુદાં તત્ત્વોની ઓળખ એમની ઋણાણુ સંખ્યા પરથી થાય છે. હાઈડ્રોજનની નાભિની આસપાસ એક, કાર્બનની નાભિની આસપાસ ૬, ઑક્સિજનની નાભિની આસપાસ ૮, સોડિયમની નાભિની આસપાસ ૧૧ અને ક્લોરિનની નાભિની આસપાસ ૧૭ ઋણાણુ ફરે છે. સૌથી ભારે તત્ત્વ યુરેનિયમની નાભિની આસપાસ ૯૨ ઋણાણુ ફરે છે. ઋણાણુના હિસાબે જે તે પરમાણુની નાભિમાં ઋણાણુ જેટલા જ ધનાણુ અને કેટલાક શૂન્યાણુ હોય છે. શૂન્યાણુની હાજરીને કારણે પરમાણુઓનાં વજન એકસરખાં–૧થી ૯૨ ગણાના ક્રમવાળાં–નહોતાં વધારે છે.

હાઈડ્રોજનના પરમાણુનું વજન ૧ ગણીએ તો ઑક્સિજનના પરમાણુનું વજન ૧૬, ગંધકના પરમાણુનું વજન ૩૨, તાંબાના



અન્ય તત્ત્વોના પરમાણુ

પરમાણુનું વજન ૧૯૭ અને સૌથી ભારે તત્ત્વ યુરેનિયમના પરમાણુનું

વજન ૨.૩૮ પરમાણુભાર ગણવામાં આવે છે. આ વજનવધારાનું કારણ જે તે તત્ત્વના પરમાણુની નાભિમાં રહેલા ધન્યાણુ છે.

પંડિતોએ શોધી કાઢયું છે કે ઋણાણુઓ નાભિની આજુબાજુ અમુક જૂથમાં ફરે છે. હાઈડ્રોજનને બાદ કરીએ તો બાકીના પરમાણુઓમાં ૨, ૮, ૧૮ કે ૩૨નાં જૂથ છે. ઓકિસજનમાં ૮ ઋણાણુ છે. એ પૈકીના ૨ એક (પ્રથમ) જૂથ રચે છે અને બાકીના ૬ બીજા જૂથમાં ફરે છે. કલોરિનમાં ૧૭ ઋણાણુ છે. એનું પ્રથમ જૂથ ૨નું અને બીજું જૂથ ૮નું છે. ત્રીજા જૂથમાં બાકીના ૭ છે. સોડિયમના ૧૧ ઋણાણુનાં જૂથ ૨+૮+૧ છે. લોખંડના ૨૬ ઋણાણુનાં જૂથ ૨+૮+૨+૧૪ છે. આ જૂથરચનામાં જ્યાં ખૂટતા ઋણાણુ હોય છે ત્યાં બીજા પરમાણુમાંથી તેમને મેળવી શકાય એમ હોય તો જ પરમાણુઓના મિલનથી સ્થિર અણુ બની શકે છે, નહિ તો નહિ.

ઓકિસજન અને હાઈડ્રોજનની જૂથરચના તપાસીએ. ઓકિસજનમાં પહેલું જૂથ ૨ ઋણાણુનું છે જ્યારે બીજું જૂથ ૬ ઋણાણુનું છે. ખરી રીતે આ બીજું જૂથ ૮ ઋણાણુનું હોવું જોઈએ. મતલબ કે એમાં બે ઋણાણુ ખૂટે છે અને તેથી બે ઋણાણુ આપી શકનારા પરમાણુ સાથે ઓકિસજન જોડાઈ શકશે. હાઈડ્રોજનમાં જૂથ જેવું છે નહિ. એટલે બે હાઈડ્રોજનના પરમાણુને ઓકિસજનના એક પરમાણુ સાથે ભેળવતાં હાઈડ્રોજનના બે ઋણાણુ સાથે ઓકિસજનના ૭ ઋણાણુ મળી બીજું જૂથ પૂરું કરશે; એટલું જ નહે પણ એમ એ જૂથ પૂરું થતાં પાણીનો અણુ બનશે.

સોડિયમ (૨+૮+૧)ના ત્રીજા જૂથમાં ૧ ઋણાણુ વધારે છે, જ્યારે કલોરિન (૨+૮+૭)ના ત્રીજા જૂથમાં (એને આઠ ઋણાણુવાળું ગણીએ તો) એક ઋણાણુ ખૂટે છે અને તેથી આ બંને પરમાણુનું સંયોજન થતાં નવો અણુ સોડિયમ કલોરાઈડ અથવા સામાન્ય

મીઠું બનશે. સીસાનું બંધારણ (૨+૮+૧૮+૩૨+૧૮+૪) છે અને તેમાં છેલ્લા છુટ્ટા ચાર ઋણાણુ પૈકી બે ઋણાણુનું જૂથ બનાવી બાકીના બેને ઑક્સિજનના (૨+૬) ના જૂથ સાથે મેળવતાં ૨ અને ૮ના જૂથ બનતાં સિંદૂર નીપજે છે. પણ ક્લોરિન–(૨+૮+૭)માં ત્રીજા જૂથમાં એકની ખોટ છે તે ઑક્સિજનન (૨+૬)ના બીજા ખોટવાળા જૂથ સાથે મળી ૧૩નું અમાન્ય જૂથ બનાવે છે, કે જે નવો પદાર્થ બનાવવા માટેની જૂથરચનામાં નથી. મતલબ કે પરમાણુઓ ખૂટતા ઋણાણુવાળા યા બંને વધારાના ઋણાણુવાળા હોય તે કરતાં એકનો વધારો બીજાની ખોટ પૂરતો હશે તો જ પદાર્થ બની શકશે. ગંધકનો તેજાબ હાઈડ્રોજન, ગંધક અને ઑક્સિજનના ૨ : ૧ : ૪ના પ્રમાણભાગથી બનેલો છે. એ ઋણાણુઓનાં જૂથ [૨; ૨+૮+૬; ૪ (૨+૬)] ને બદલે (૨+૮+૮+૩૨) નાં જૂથમાં પલટાઈ જઈને જ ગંધકનો તેજાબ બનાવે છે.

આ થઈ ઋણાણુઓની જૂથરચનાની રીતે નીપજતા પદાર્થની વાત. પદાર્થ પોતે મૂળભૂત તત્ત્વ હોય યા તત્ત્વોના પરમાણુના સંયોગથી બનેલો હોય, એ સિવાય કોઈ ત્રીજી રીતે પદાર્થ બનતો હશે ખરો?

કુદરતના કારખાનામાં પદાર્થ બનાવવાની ત્રીજી પણ રીત છે અને તે ભારે આશ્ચર્યકારક છે. એ રીતમાં એક પદાર્થ ધીરે ધીરે પલટાઈ જઈને તદ્દન નવા પદાર્થનું રૂપ ધારણ કરે છે. રેડિયમનું નામ સૌએ સાંભળ્યું છે. આ એક તેજસ્ક્રિય (અં. રેડિયો ઍક્ટિવ) પદાર્થ છે. એમાંથી તેજકિરણ નીકળતાં જાય છે અને તે કારણે લાંબા ગાળે રેડિયમ સીસામાં પલટાઈ જાય છે.

જરા વિસ્તારથી આ વાત સમજીએ.

તેજસ્ક્રિય પદાર્થો क, ख અને ग પૈકીનું એક યા ત્રણ કિરણો ફેંકે છે (क કિરણો–આલ્ફારેઝ, ख કિરણો–બીટા રેઝ અને ग કિરણો–ગામા રેઝ). આ પૈકી क કિરણો હેલિયમ (૨ ધનાણુ + ૨

ઋન્યાણુ ૨ + ઋણાણુ)ની નાભિ (૨ ધનાણુ + ૨ ઋન્યાણુ) નાં બનેલાં છે. હેલિયમનાભિનું વજન હાઈડ્રોજનનાભિના વજન કરતાં ૪ ગણું છે, પણ એનો ધન વિદ્યુતભાર માત્ર ૨ નો છે. તેજસ્ક્રિય પદાર્થમાંથી નીકળતું આ क કિરણ (યા હેલિયમનાભિ) ૨ ધનભારવાળું હોવાથી એ જે રસ્તે થઈ ને જાય, ત્યા આવેલા કોઈ ૨ ઋણાણુને આકર્ષવાનું; અને એમ થાય ત્યારે એ હેલિયમનાભિ હેલિયમપરમાણુ બની જવાનો. આમ જે પદાર્થો क કિરણો છોડે છે, તેમાં બે બાબતો બનશે. (૧) પદાર્થોમાંથી क કિરણો છૂટતાં (કે જે ૪ પરમાણુભારવાળી હેલિયમ-નાભિ છે) તે પદાર્થનો પરમાણુભાર (ધનાણુ + શન્યાણુ મળીને નાભિમાં બનતો ભાર) ૪ જેટલો ઓછો થશે અને (૨) ૨ ધનાણુ છટકી જવાથી પદાર્થના પરમાણુનો ધનભાર ૨ જેટલો ઓછો થશે. રેડિયમની વાત લઈએ. એની નાભિમાં ૮૮ ધનાણુ અને ૧૩૮ શન્યાણુ છે. રેડિયમમાં ૮૮ ઋણાણુ છે. રેડિયમ क કિરણ ફેંકે છે તેથી એની નાભિ ૨૨૬ પરમાણુભારવાળી છે તે ૨૨૬-૪=૨૨૨ પરમાણુભારવાળી અને ૮૮-૨=૮૬ ધનાણુવાળી બની જશે. ૮૬ ધનાણુવાળો અને ૨૨૨ પરમાણુભારાંકવાળો પદાર્થ રેડન છે. એટલે રેડિયમ क કિરણ છોડી રેડનમાં ફેરવાઈ જાય છે. ચિત્ર સંજ્ઞાની રીત આમ દર્શાવાય:

$$\underset{88}{\overset{226}{\text{રેડિયમ}}} \rightarrow \underset{86}{\overset{222}{\text{રેડન}}} + \underset{2}{\overset{4}{\text{હેલિ.}}} \uparrow \;(\text{વાયુ})$$

આ રેડન પણ તેજસ્ક્રિય પદાર્થ છે અને એમ થી ફરી क કિરણ છૂટતાં એ રેડિયમ (क) ૮૪ રેડિ. ૨૧૮બને છે, જેમાંથી ફરી क કિરણ છૂટતાં તે રેડિયમ (ख) ૮૨ રેડિ. ૨૧૪ બને છે આ રેડિયમ (ख) માંથી ख કિરણ છૂટે છે. ख કિરણ ઋણાણુનું બનેલું છે. પરિણામે રેડિયમ (ख)માંથી એક ઋણાણુ ઓછો થતાં એની નાભિમાં એક

ઘનભાર વધી જાય છે અને તે ૮૩ રેડિ ૨૧૪ નાણુ રેડિયમ (ग) બને છે આ બનતી વખતે રેડિયમ (ख)માથી ग કિરણુ (જે પ્રકાશનું કિરણુ છે) તે પણ છૂટે છે

રેડિયમ (ग) તેજરિક્ત પદાર્થ છે અને એમાથી પાછુ क કિરણુ છૂટે છે આ અને ख કિરણુ છૂટવાની જુદી જુદી પ્રકિયા દ્વારા રેડિયમ ग આખરે ૮૨ ધનાણુ અને ૨૦૮ પરમાણુ ભારકવાળુ સીસુ બની જાય છે પણ આ બધુ થતા કુદરતની પ્રયોગશાળામા અનેક વર્ષ લાગે છે ખૂબીની વાત એ છે કે રેડિયમમાથી નીપજતુ સીસુ ૮૨ ધનાણુ અને ૨૦૭ પરમાણુ ભારાકવાળા સામાન્ય સીસા કરતા સહેજ જુદુ પડે છે

રેડિયમની પેઠે બીજા તેજરિક્ત પદાર્થો પણ જુદા જુદા પદાર્થોમા ફેરવાઈ જાય છે આ ક્રિયાને પરમાણુની ભનાપનર કહી શકાય.

હવે પ્રશ્ન થશે કે ઉપર્યુક્ત નવુ પ્રકાર સિવ યનો પદાર્થ બનવાનો કોઈ પ્રકાર સભવે છે ખરો?

રેડિયમની બાબતમા આપણે જોયુ કે क કિરણુ નીકળી જવાથી પદાર્થ નીચી કોટિનો બને છે, અને क કિરણુ છેવટે હેલિયમ બનીને છૂટે છે હવે કલ્પના કરો કે કોઈ પદાર્થમા બહારથી क કિરણુ દાખલ કરવામા આવે તો?

પ્રયોગો પરથી માલૂમ પડયુ છે કે પદાર્થોમા બળપૂર્વક क કિરણુ દાખલ કરતા પદાર્થો કાનાપલટ કરી હાઈડ્રોજન છોડતા માલૂમ પડયા છે બળપૂર્વક દાખલ કરવાની વાત એટલા માટે કે પરમાણુની નાભિ સાથે क કણુના અથડાવાના સભવ બહુ ઓછા છે પરમાણુની દૃષ્ટિએ અયત ક્ષુદ્ર એવી એ નાભિને સીધી ચોટ લાગે તો જ આમ બને क કણુ નાભિની પાસે થઈને સરકી જાય તો એ પરમાણુ જેમનો તેમ જ અક્ષુણ્ણ રહે પ્રયોગશાળામા નાઈટ્રોજન પર क કણુ બળપૂર્વક હડસેલ્યાનુ સુદર પરિણામ આવ્યુ છે નાઈટ્રોજન

૭ ધનાણુ અને ૧૪ પરમાણુ ભારવાળું તત્ત્વ છે. क કણ ૨ ધનાણુ અને ૪ પરમાણુભાર વાળી હેલિયમ નાભિ છે. તેથી $_{૭}$ના^{૧૪} + $_{૨}$હેલિ^{૪} મેળવતા એમાથી હાઈડ્રોજન ($_{૧}$હા^{૧}) છૂટા પડવા ઉપરાંત ૮ ધનાણુ એને ૧૭ પરમાણુભારવાળો પદાર્થ બને છે. વિજ્ઞાનની સંજ્ઞાની રીતે એ

$_{૭}$ના^{૧૪} + $_{૨}$હેનિ^{૪} $\rightarrow$ $_{૮}$ઓ^{૧૭} + $_{૧}$હા^{૧} છે. આ પદાર્થ ઓકિસજન છે સામાન્ય એકિસજનનો પરમાણુભાર ૧૬ છે. આ સમસ્થિતિ ઓકિસજન ગણાય છે. સમસ્થિતિ એટલે જે તત્ત્વના ધનાણુ સરખા હોય પણ નાભિમાં સહેજ ફરક હોય તે તત્ત્વ. કાર્બનમાં ત્રણ પ્રકાર છે. એક સામાન્ય કાર્બન ૬ का ૧૨ અને બીજા સમસ્થિતિ કાર્બન ૬ का ૧૩ અને ૬ का ૧૧. એ જ રીતે નાઈટ્રોજન, કલોરિન વગેરેનાં સમસ્થિતિ રૂપો છે. પરમાણુ ભારાંકના કોષ્ટકમાં કલોરિનનો પરમાણુભાર ૩૫.૪૬ છે એનું કારણ સામાન્ય કલોરિન સાથે સમસ્થિતિ કલોરિન હોવાનું છે. કલોરિનમાં ૭૫ ટકા ૩૫ પરમાણુભારવાળો સામાન્ય કલોરિન છે, જ્યારે ૨૫ ટકા ૩૭ પરમાણુભારવાળો સમસ્થિતિ કલોરિન છે. પરિણામે મિશ્રણનો પરમાણુ ભારાંક ૩૫.૪૬ થાય છે. ઓકિસજનમાં ૧૬ પરમાણુભારના ૯૯.૯૭ ટકા અને ૧૭ પરમાણુભારના ૦.૦૩ ટકા છે. પરિણામે ઓક્સિજનનો સામાન્ય પરમાણુભારાંક ૧૬.૦૦૦૩ છે.

પદાર્થમાં क કિરણને વેગપૂર્વક ઘુસાડતાં નવો પદાર્થ બનાવી શકાય છે. પણ આ ક્રિયા સરળ નથી. એમાં સમય અને સાધનનું ખર્ચ વધુ થાય છે क કિરણને બદલે ધનાણુને વેગપૂર્વક દાખલ કરતાં વધુ સુંદર પરિણામ આવ્યું છે. હાઇડ્રોજનના પરમાણુમાં એક ધનાણુ અને એક ઋણાણુ છે. હાઈડ્રોજનના ઋણાણુને અલગ કરીએ તો બાકી ધનાણુ બચે છે. ધનાણુને આયનિત હાઈડ્રોજન યા વિતાડિત હાઈડ્રોજન કહેવાય છે. ધનાણુ ૧ ધ ૧ છે, લિથિયમ તત્ત્વમાં

ધનાણુને બળપૂર્વક હડસેલતા શું થાય છે તે જોઈએ લિથિયમમા ૩ ધનાણુ છે અને એનો પરમાણુભારાંક ૭ છે ધનાણુની ચોટ વાગતા નીચે પ્રમાણે થશે

$${}_{\text{૩}}\text{લિ}^{\text{૭}}+{}_{\text{૧}}\text{ધ}^{\text{૧}}\rightarrow{}_{\text{૨}}\text{હેલિ}^{\text{૪}}+{}_{\text{૨}}\text{હેલિ}^{\text{૪}}$$

લિથિયમ હેલિયમના બે પરમાણુમા ફેરવાઈ જાય છે હવે નાઈટ્રોજન પરની ધનાણુઓની અસર લઈએ

$${}_{\text{૭}}\text{ના}^{\text{૧૪}}+{}_{\text{૧}}\text{ધ}^{\text{૧}}\rightarrow{}_{\text{૬}}\text{કા}^{\text{૧૧}}+{}_{\text{૨}}\text{હેલિ}^{\text{૪}}$$

નાઈટ્રોજન હેલિયમ અને સમસ્થિતિ કાર્બનમા પલટાઈ જાય છે, પણ આ રીતની કાયાપલટ કરવા માટે અત્યંત બળ વાપરવુ પડે છે અને ત્યારે નવો પદાર્થ બનતા શક્તિનો જે ધોધ છૂટે છે, તે ખૂબ પ્રચંડ હોય છે લિથિયમવાળુ જ ઉદાહરણ લઈએ લિથિયમ સાથે ધનાણુ પછડાય છે, ત્યારે ૦૦૦૦૦૨૮ અર્ગ* શક્તિ ઉત્પન્ન થાય છે પ્રમાણમા આ બહુ નાનો આંકડો દેખાય છે, પણ ત્યારે એને ઉત્પન્ન કરનાર પરમાણુ પણ ક્યા મોટો છે? નાનો હિસાબ છોડી આવો જરા મોટો હિસાબ લઈએ એક ગ્રામ (૧ ગ્તલનો ૪૫૫મો ભાગ) લિથિયમમા ૧૦^૨૩ (૧ની પાછળ ૨૩ મીંડા ચડાવતા જે રકમ થાય તે=૧૦લાખ વખત પરાર્ધ) પરમાણુ છે એ બધા પરમાણુ તૂટી જાય તો એમાથી ૦ ૦૦૦૦૦૨૮×૧૦^૨૩ અર્ગ ૨૮×૧૦^૧૭ અર્ગ=૨૮ પરાર્ધ અર્ગની શક્તિ મળે શક્તિનુ માપ અશ્વબળ (હા હોર્સ પાવર)મા મપાય છે ૧ અશ્વબળ = ૭૪૬ અબજ અર્ગ દર સેકંડે ગણાય છે અને તેથી ૧ ગ્રામ લિથિયમને એક સેકંડ જેટલા સમયમા તોડી હેલિયમમા પલટાવી નખાય તો તેમાથી ૨૮ પરાર્ધ – ૭૪૬ અબજ=લગભગ ૩૦ કરોડ અશ્વબળની શક્તિ મળે કેટલી ગજબનાક શક્તિ!!

---

* ૧ ગ્રામ વજનને ૧ સેંટિમીટર જેટલુ ઊંચુ કરવામાટે ૯૮૧ અર્ગ શક્તિની જરૂર પડે છે

આપણા પરમ સૌભાગ્યની વાત છે કે આ પ્રકારનું પદાર્થનું શક્તિરૂપાતર પૃથ્વી પર થતું નથી. એવું થતું હોત તો પૃથ્વી પર જીવસૃષ્ટિજ ન સંભવત. કદાચ એવું રૂપાંતર થાય તો જીવંત સૃષ્ટિનો લોપ થઈ જાય. અલબત આજે પરમાણુ બોમ્બ દ્વારા શક્તિ ઉપજાવવાના મોટા પ્રયત્ન થાય છે, પણ એ બધા કુદરતના પ્રયોગો આગળ વામણા છે. કુદરત એના કારખાનામાં આશ્ચર્યકારક વિરાટ પ્રયોગો કરી રહી છે. સૂર્ય અને તારાઓના પેટાળમાં કે જ્યાં ભયંકર ગરમીદબાણ છે, ત્યાં મૂળ પદાર્થોનુ અન્ય પદાર્થોમાં તેમ જ શક્તિમાં રૂપાંતર થઈ રહ્યું છે.

સૂર્યની વાત લઈએ. એ આપણને પુષ્કળ તાપ આપે છે. એ તાપ ક્યાંથી આવે છે?

પંડિતોએ શોધી કાઢ્યું છે કે સૂર્ય અને તારાઓની ગરમીનું કારણ એમની અંદર આવેલા હાઈડ્રોજન વાયુનું હેલિયમમાં થતું રૂપાંતર છે. તારાઓમાં કાર્બન પણ છે. એ કાર્બન હાઈડ્રોજન સાથે ભળે છે અને અતિ ઊંચા ઉષ્ણતામાનની સાક્ષીએ એ બંનેને બદલે સમસ્થિતિ નાઈટ્રોજન પેદા થઈ શક્તિ છૂટી પડે છે. આ નાઈટ્રોજનમાંથી સમસ્થિતિ કાર્બન પેદા થઇ હાઈડ્રોજન સાથે સંયોજાઈ સ્થિર પ્રકારનો નાઈટ્રોજન પેદા થાય છે. આ નાઈટ્રોજનનું હાઈડ્રોજન સાથેનું મિલન સમસ્થિતિ પ્રાણવાયુને જન્મ આપે છે, પણ આ પ્રાણવાયુ અસ્થિર હોવાથી એ જલદી સમસ્થિતિ નાઈટ્રોજનમાં પલટાઈ જાય છે. આ નવો નાઈટ્રોજન પાછો હાઈડ્રોજન સાથે સંયોજતાં એમાંથી છેવટે કાર્બન અને હેલિયમ નીપજી આખી પ્રક્રિયાનો એક મણકો પૂરો થાય છે. અલબત્ત આખી પ્રક્રિયા દરમિયાન શક્તિના ધોધ છૂટતા રહે છે, જે આપણને તાપ અને પ્રકાશના રૂપમાં મળે છે.

વિદ્વાનોનું માનવું છે કે જે તારાઓના પેટાળમાં બે કરોડ સેન્ટિ. અંશ યા એથી ઊંચાં ઉષ્ણતામાન છે ત્યાં હાઈડ્રોજન

ઝપાટાબંધ વપરાઈ રહ્યો છે અને તેથી એ તારા પ્રમાણમાં વધુ ગરમી અને તેજ ગુમાવી રહ્યા છે. આકાશપ્રેમીઓને જાણીતો બાણરજ તારો સૂર્ય કરતાં ૫૦,૦૦૦ ગણા તેજવાળો છે. આનો અર્થ એ તારામાંથી વધુ ગરમી અને તેજ વિલુપ્ત થવા સિવાયનો બીજો શો કરી શકાય?

એક પદાર્થમાથી બીજા પદાર્થમાં થતા રૂપાંતરના અનુસંધાનમાં કોઈ ' સોનું બનાવવાનો કીમિયો ' શોધે યા એની વાત પૂછે, એ સ્વાભાવિક છે. આજનું વિજ્ઞાન સોનું ઉપજાવી શકે એમ છે, પણ એ માટે એને પ્લેટિનમ (૭૮ ધનાણુ અને ૧૯૫ પરમાણુ)માં બળપૂર્વક ધન્યાણુ દાખલ કરી સોનું (૭૯ ધનાણુ અને ૧૯૭ પરમાણુભાર) બનાવવું પડે. આજની કિંમતની દૃષ્ટિએ આ પ્રયોગ મોંઘો પડે એમ છે. વિજ્ઞાનીઓએ સોનું બનાવવાને બદલે ભારેમાં ભારે અને મોંઘી ધાતુ યુરેનિયમને તોડી એમાંથી નેપ્ચ્યુનિયમ અને એથી ક્રમશઃ આગળ પ્લુટોનિયમ (સોના કરતાં વધુ મૂલ્યવાન) વગેરે નવાં તત્ત્વો બનાવી મૂળનાં જે ૯૨ તત્ત્વો હતાં, તેમને ૧૦૦ સુધી પહોંચાડી દીધાં છે. અલબત્ત, આ નવાં ૮ તત્ત્વ મૂળનાં ૯૨ તત્ત્વ જેવાં સ્થિર સ્વભાવનાં નથી અને તેથી એ જલદી નીચી કોટિના પદાર્થમાં રૂપાંતરિત થઈ જાય છે.

અને તેથી જ આ બધા પ્રયત્નોના પરિણામે કુદરતને થોડી-ઘણી સમજવાની તક મળી છે. એ સમજનું સ્પષ્ટ પરિણામ એ આવ્યું છે કે વિશ્વમાં આપણે જેને પદાર્થ તરીકે ઓળખીએ છીએ તે અને શક્તિ કે જેમને આપણે ભિન્ન બાબતો સમજીએ છીએ, તે ખરી રીતે એક જ સિક્કાની બે બાજુઓ જણાય છે. પદાર્થનું શક્તિમાં રૂપાંતર થઈ શકે છે બીજી રીતે કહીએ તો શક્તિ કરતાં પદાર્થ મહાન છે અધોળ જેટલું દ્રવ્ય લાખો અશ્વબળ જેટલી શક્તિ પેદા કરી શકે છે. દ્રવ્યની એ કેવી ભારે સંપત્તિ ગણાય? અને ત્યારે

પદાર્થ યા દ્રવ્યમાં આવડો મોટો શક્તિનો અખૂટ ભંડાર ભરી મૂકવાની, કુદરતની કેવી ભારે કુનેહ ગણાય ! સાચે જ કુદરત અકળ છે!

૧૮. આપણું તારાવિશ્વ

સ્વચ્છ અંધારી રાતે, આપણી ચારે બાજુ ફેલાયેલું અનંતના નીરવ પ્રતીક સમુ વિશ્વફલક કેવું સોહામણું લાગે છે! તારાવિશ્વને નીરખવાની મજા ગામડાંમાં છે. શહેરનાં અજવાળાં આકાશી દીપકોના તેજને પ્રકટ થવા દેવામાં અવરોધ કરે છે. કાળા આકાશમાં પોતાનાં રૂપસૌન્દર્યથી પ્રકાશતા તારાઓનું તેજપાન કરવાનુ સૌભાગ્ય જેમને મળ્યું છે તેઓ આપણા તારાવિશ્વનો વધુ ને વધુ પરિચય મેળવતા રહી પ્રસન્નતાનું ભાથું બાંધતા રહે છે. નીલાકાશમાં આકાશગંગાના પટ જેવું ભવ્ય, વિસ્તીર્ણ અને કુતૂહલપ્રેરક બીજું દશ્ય નથી. અહીં એની થોડી વાત જાણવા પ્રયત્ન કરીશું.

આકાશગંગા યા મંદાકિનીનો પટ આકાશમાં ન જોયો હોય એવું ભાગ્યે જ કોઈ હશે આછા ઝાંખા શ્વેત પ્રકાશે પ્રકાશતો એ પટ મધ્યાકાશની સાક્ષીએ ક્ષિતિજસાગરના બે છેડાને સાંધ્યા જ કરે છે. કદીક એ પુલ મધ્યાકાશમાં આવે છે તો કદીક વળી પૂર્વ યા પશ્ચિમના આકાશમાં જ દર્શન દઈ દે છે. આકાશગંગાના પટની બહાર વિસ્તીર્ણ અવકાશમાં તારા વીખરાયેલા જણાશે. નરી આંખે દેખાતા આ તારા ઉપરાંત બીજા અનેક તારા અવકાશમાં આવેલા છે. આકાશગંગાનો પટ પણ તારાઓનો જ બનેલો છે. આપણાથી અત્યંત દૂર બેઠેલા અનેક તારા આ સ્વર્ગ-ગંગામાં ભરાઈ બેઠા છે. એમને અલગ કરીને જોવા હોય તો દૂરબીન દ્વારા આકાશગંગા પટમાં જોવું રહ્યું.

આકાશગંગાનો પટ તથા આકાશમાં દેખાતા બીજા તારા મળી એક તારાવિશ્વ બને છે. એનું નામ છે આકાશગંગા વિશ્વ. આકાશગંગાનો પટ અને તેની બહારના તારા એકબીજાથી અલગ હોવાનો ભાસ થાય છે પણ વાસ્તવિક રીતે તો એ બંને એક જ વિશ્વના ઘટકો છે પંડિતો કહે છે કે આકાશગંગા વિશ્વના તારાઓને આપણે તીરછી રીતે – આકાશગંગા પટ તરફની દિશામાં – જોઇએ છીએ માટે જ આવું દેખાય છે. ગાડાના પૈડાને નાયડીની દિશામાંથી જોવાને બદલે પૂઠિયાની દિશામાંથી જોઈએ અને જેવું દૃશ્ય દેખાય તેના જેવી આ વાત છે

નરી આંખે આકાશમાં જેટલા તારા દેખાય છે એનાથી અનેક ગણા તારા દૂરબીન વડે જોઈ શકાય છે. પંડિતોનું માનવું છે કે આકાશગંગા વિશ્વમાં સૂર્ય જેવડા બધી મળી લગભગ ૨૦૦ અબજ તારા આવેલા છે આપણો સૂર્ય આ તારાઓ પૈકીનો એક તારો છે. ગ્રહો, ઉપગ્રહો, ઉલ્કા અને ધૂમકેતુઓના મોટા સામ્રાજ્યવાળો આ તારો આકાશગંગા વિશ્વનો એક સામાન્ય સભ્ય લેખાય છે. આપણા તારા વિશ્વમાં સૂર્ય કરતાં મોટા તેમજ એના કરતાં નાના અનેક તારા આવેલા છે. સૂર્યને મધ્યમ પ્રકારનો તારો કહીએ તો કશું ખોટું નથી.

'સૂર્ય કેવડો મોટો છે તે આપણે જાણીએ છીએ. એના પ્રકાશને પૃથ્વી સુધી પહોંચતાં સવાઆઠ મિનિટ લાગે છે એ પણ આપણે જાણીએ છીએ. સૂર્યમંડળનો દૂરમાં દૂરનો ગ્રહ પ્લુટો છે. પ્લુટો સુધી સૂર્યપ્રકાશને પહોંચતાં છ કલાક લાગે છે. પણ સૂર્ય સિવાયના આપણી પાસેમાં પાસેના તારાના પ્રકાશને પૃથ્વી સુધી પહોંચતાં સવાચાર વર્ષ લાગે છે બે તારા વચ્ચેનું કેટલું મોટું અંતર! અને લગભગ આવું જ અંતર ધરાવતા અનેક તારાઓના બનેલા આકાશગંગા વિશ્વની લંબાઈ કેટલી હશે એની કલ્પના કરી શકો

છે. ખરા? આપણે વાંચ્યું છે કે આપણા તારાવિશ્વની લંબાઈ અને પહોળાઈ લગભગ એક લાખ પ્રકાશવર્ષની છે. પ્રકાશનો વેગ દર સેકંડે ૧,૮૬,૦૦૦ માઈલનો છે. આ વેગથી ચાલતા પ્રકાશને આકાશગંગા વિશ્વને એક છેડેથી નીકળી સામે છેડે પહોંચવું હોય તો પૂરાં એક લાખ વર્ષ લાગે! કેવી લાંબી સમય અવધિ!

આ પરથી અનુમાન કરી શકયા હશો કે આકાશગંગાના તારા આપણાથી ખૂબ ખૂબ દૂર હશે. આકાશગંગા વિશ્વનો દૂરમાં દૂરનો તારો આપણાથી ૮૩,૦૦૦ પ્રકાશવર્ષને અંતરે આવેલો છે. આ અંતર વધુ લાગ્યું? તમે એ ૫૦,૦૦૦ પ્રકાશવર્ષનું કલ્પ્યું હતું? વાત એમ છે કે આપણું સૂર્યમંડળ આકાશગંગા વિશ્વની મધ્યમાં નથી પણ કેન્દ્રથી ૩૩,૦૦૦ પ્રકાશવર્ષ છેટે આવેલું છે. તારાવિશ્વની ધારથી એક તરફ આપણે ૧૭,૦૦૦ પ્રકાશવર્ષ અંદરના ભાગે આવેલા છીએ તો બીજી તરફથી ૮૨,૦૦૦ પ્રકાશવર્ષ અંદરના ભાગે આવેલા છીએ.

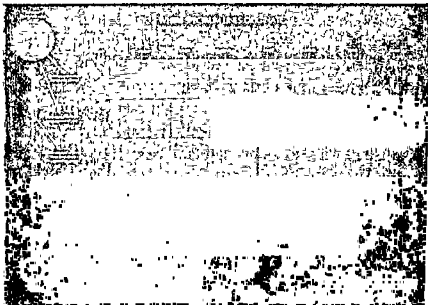
આકાશગંગાવિશ્વને પૈડાની ઉપમા આપી છે તે પણ વાસ્તવિક છે. આપણું આ તારાવિશ્વ દડા જેવું ગોળાકાર નથી પણ પૂરી જેવા આકારનું છે. વચ્ચેથી ફૂલેલી પૂરી જેવા આપણા આ આકાશગંગાવિશ્વની કેન્દ્રસ્થ જાડાઈ ૨૦,૦૦૦ પ્રકાશવર્ષની છે. કેન્દ્રથી દૂર જતાં એની જાડાઈ ઓછી થતી જાય છે અને વિશ્વને કિનારે પહોંચતાં તો એ સાવ લુપ્ત થઈ જાય છે.

એમ પણ માલૂમ પડ્યું છે કે પૂરી યા સંપુટના આકારનું આપણું આ તારાવિશ્વ એના કેન્દ્રની આજુબાજુ ફરતું રહે છે: સૂર્યની આસપાસ ગ્રહો ફરે છે તેમ. તારાવિશ્વનો કેન્દ્રભાગ અતિ ઝડપથી ફરે છે જ્યારે દૂરના ભાગ અતિશય ધીમે આપણો સૂર્ય પણ તારાવિશ્વનો સભ્ય છે. એ આકાશગંગાવિશ્વના કેન્દ્રની આસપાસ દર સેકંડે ૨૦૦ માઇલના વેગથી ઘૂમે છે.

તારાઓનું આ રીતે ફરવાનું જણાયું કઈ રીતે ?

એ જણાયું વર્ણવિશ્લેષક યંત્ર વડે.

તારાઓના પ્રકાશને ત્રિપાર્શ્વ કાચ પર પડવા દઈ પછી એને દૂરબીનની મદદ વડે જોતાં, પ્રકાશથી બનેલા રંગપટમાં અનેક કાળી રેખાઓ જોવામાં આવે છે આ રેખાઓ કદીક લાલ પટ તરફ અને



વર્ણપટ

કદીક વાદળી રંગભાગ તરફ સ્થાનભ્રષ્ટ થતી જણાઈ છે. રેલવે સ્ટેશન પર ઊભા હોઈએ અને એન્જિન સીટી મારતું પસાર થાય તો આપણે કેવો અવાજ ભાવ અનુભવીએ છીએ ? એન્જિન આપણી પાસે આવશે ત્યારે અવાજની તીવ્રતા વધશે અને દૂર જશે તેમ તે ઓછી થશે. તારાઓની બાબતમાં પણ આવું જ જણાયું છે. જે તારાઓના રંગપટમાં રેખાઓ રાતી બાજુએ સરકે છે એ બધા તારા આપણાથી દૂર ગતિ કરતા હોય છે અને જેમના રંગપટમાં વાદળી ભાગે રેખા બદલાતી રહે છે તે તારા આપણા તરફ આવતા હોય છે. આ બધાનો વિચાર કરી પંડિતોએ તારવ્યું છે કે આપણું તારાવિશ્વ એના કેન્દ્રની આજુબાજુ ચકરાવો લે છે. એના એક ચકરાવાનો સમય પણ આપણી કલ્પનામાં ન આવે તેવડો મોટો છે.

આકાશગંગાવિશ્વના ભ્રમણની વાત છોડી એની સમૃદ્ધિની વાત વિચારીએ. તારાવિશ્વમાં માત્ર તારાઓ જ હોય છે એવું નથી. તારાઓ ઉપરાંત તારાવાદળો પણ હોય છે. અનેક તારાગુચ્છો અને વિવિધ પ્રકારના તારા પણ તારાવિશ્વના સભ્યો છે. તારાવિશ્વની અદ્‌ભુત સંપત્તિ એમાં આવેલાં વાયુવાદળો છે. આ વાયુવાદળો વળી બે પ્રકારનાં છેઃ સફેદ અને શ્યામ. આ વાદળો રૂપે રંગે પણ અનેક પ્રકારનાં છે. સામાન્ય ભાષામાં આ વાદળોને નિહારિકા (વાયુગોટા) કહેવામા આવે છે. સાચી રીતે એમને વાયુનિહારિકા યા વિશ્વ નિહારિકા તરીકે ઓળખવાં જોઈએ. નિહારિકા શબ્દ તારાવિશ્વ માટે પણ વપરાય છે આમ નિહારિકા શબ્દ દ્વારા બે બાબતો સૂચવાય છે. (૧) તારાવિશ્વ અને (૨) તારાવિશ્વમાં આવેલાં કાળાં યા સફેદ વાયુ-વાદળ સરળતા ખાતર આપણે તારાવિશ્વ માટે બહિર્વિશ્વ નિહારિકા અને વાયુવાદળો માટે વિશ્વનિહારિકા શબ્દપ્રયોગ કરીશું.

આપણું આકાશગંગાવિશ્વ એક મોટું તારાવિશ્વ છે. એ જ પ્રકારનાં બીજાં અનેક તારાવિશ્વો–બહિર્વિશ્વ નિહારિકાઓ–અવકાશમાં આવેલાં છે. દૂરબીનમાંથી જોતાં, શરૂઆતના વૈજ્ઞાનિકોને

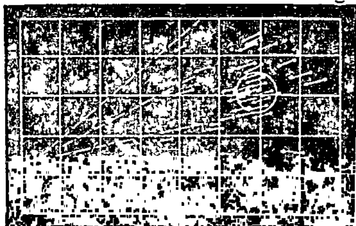
આ તારાવિશ્વો વાયુવાદળ જેવાં દેખાયેલા અને તેથી એમનું નિહારિકા નામ રૂઢ થઈ ગયું.

આ બંને પ્રકારની નિહારિકાઓની વાત અલગથી કહેવાનું મુલતવી આકાશગંગા – વિશ્વના તારાઓની થોડી અજાણી બજારી જાણી લઈએ.

આપણા તારાવિશ્વના બધા જ તારા એકસરખા નથી. કેટલાક મોટા છે તો કેટલાક નાના. સૂર્ય જેવા મધ્યમ પ્રકારના તારાઓને સમરૂપ તારા કહે છે. મોટા તારાઓને વિરાટ તારા અને નાના તારાઓને વામન તારા કહે છે. વિરાટ અને વામનજીઓની સૃષ્ટિ નિરનિરાળી છે પહેલો પ્રકાર કદમાં રાચે છે તો બીજો વજનમાં. પૃથ્વી પરના વાતાવરણ કરતાં પણ અતિ પાતળા દ્રવ્યના બનેલા તારાની સામી બાજુએ પાણી કરતાં હજારગણું ભારે દ્રવ્ય દાખવતા તારાઓ આપણા તારાવિશ્વની વિશિષ્ટ સંપત્તિ છે.

વિરાટ અને વામન તારાઓ ઉપરાંત અનેક તારાઓને પોતામાં સમાવતાં અનેક તારકગુચ્છો પણ આપણા તારાવિશ્વમા આવેલાં છે. આ તારકગુચ્છો પણ બે પ્રકારનાં છે. અવકાશી (પોલાં) અને ગોળાકાર (સઘન) અવકાશી તારકગુચ્છમા તારા એકબીજાથી છેટે બેઠેલા હોય છે જ્યારે ગોળાકાર તારકગુચ્છમાં એકબીજાની પાસે ખૂબીની વાત એ છે કે ગોળાકાર તારકગુચ્છમાં સૂર્ય જેવા મધ્યમ પ્રકારના ૧૦ હજારથી યે વધુ તારા હોય છે. પંડિતો કહે છે કે આવાં લગભગ ૧૦૦ તારકગુચ્છ આપણા તારાવિશ્વમાં આવેલાં છે. અવકાશી તારકગુચ્છોની વાત વળી અલગ છે. પોતાના તેમ જ બીજા કેટલાક તારાઓનો મળીને તે સંઘ રચતાં હોય છે. આવા તારકસંઘના સભ્યો લગભગ સરખી ગતિથી અવકાશી વિહાર કરતા હોય છે અને એમ વિહાર કરતા આકાશગંગાવિશ્વના પરિમાણનો ખ્યાલ આપતા રહે છે. ખૂબીની વાત એ છે કે નરી આંખે એક જ તારામંડળ તરીકે દેખાતા આવા તારામંડળના કોઈ કોઈ તારા સંઘતારા નથી હોતા. તારકસંઘોમાં કૃત્તિકા, રોહિણી, સ્વસ્તિક, વગેરેના સંઘ અતિ જાણીતા છે.

કેટલાક તારા વળી અલગ રીતે પોતાનું મહત્ત્વ જાહેર કરતા



રોહિણીનો તારકસંઘ

હોય છે. આ પ્રકારના તારાઓમા રૂપવિકારી તારા મુખ્ય છે. રૂપવિકારી તારાઓના તેજમા સમય સમયને આંતરે ફરક પડતો રહે છે. કેટલાક તારાઓના તેજ ધમકાર (તેજની વધઘટ) એટલા નિયમિત છે કે એમના આધારે તારા અને તારાવિશ્વોના અંતર શોધી શકાયાં છે.

વિશિષ્ટ પ્રકારના તારાઓમા સ્ફોટક તારા મુખ્ય છે. આગલી રાતે કશી જ પ્રવૃત્તિ ન દાખવતો તારો એકાએક ઝળકી ઊઠે છે અને પછી એ તેજમાં વધતો જઈ ઓચિંતો ફાટી જાય છે બાદમા એ પ્રકાશ ગુમાવતો જઈ એટલો ઝાંખો બની જાય છે કે એને નરીઆંખે શોધવો, પણ મુશ્કેલ બને છે. આ રીતે ફાટી જતા અવકાશી બોમ્બોની પાછળ, કયું રહસ્ય છુપાયું છે એની વૈજ્ઞાનિકો શોધ કરી રહ્યા છે. સૂરજના બળવાથી આપણને ગરમી અને પ્રકાશ મળે કે કેમ એ પ્રશ્નનો ઉત્તર શોધવામા જેમ પરમાણુશક્તિનો પત્તો લાગ્યો છે તેમ સ્ફોટક તારાઓના અભ્યાસથી અવકાશનું અન્ય રહસ્ય જણાઈ આવશે એવી વૈજ્ઞાનિકોની આશા જરાય વધારે પડતી નથી એમ તમે પણ કબૂલ કરશો ને!

૧૯. નિહારિકા

મનુષ્ય પરિમિત ચક્ષુશક્તિવાળો છે. અવકાશમાં એ બહુ ઊંડે સુધી જોઈ શકતો નથી. આ શક્તિને એણે દૂરબીન દ્વારા અનેક ગણી વધારી છે. એટલું જ નહિ પણ દૂરબીન સાથે કેમેરાનું જોડાણ કરી એને વધુ કામયાબ બનાવી છે. નરી આંખે જ્યાં કશું દેખાતું નથી એવા અવકાશી વિભાગને દૂરબીન વડે જોતાં ત્યાં આવેલા અનેક પ્રકારના અવકાશી પદાર્થ એને જોવા મળ્યા છે

આકાશમાં તારાઓ અને ગ્રહો ઉપરાંત બીજું શું છે એની શોધ ખગોળશાસ્ત્રીઓએ ચલાવી છે. ધૂમકેતુ અને ખરતા તારા (ઉલ્કા) સૌને પરિચિત છે. ધૂમકેતુ જ્યારે સૂર્યથી દૂર જાય છે ત્યારે એની પૂંછડી ટૂંકી થઈ અંતે વિલુપ્ત થઈ જાય છે. આવા ધૂમકેતુઓ આકાશમાં ક્યાં ભટકતા હશે એની શોધ ખગોળશાસ્ત્રીઓ કરતા રહે છે. ગઈ સદીની શરૂઆતમાં હર્ષલ નામના ખગોળશાસ્ત્રીએ ધુમાડાના ગોટા જેવા કેટલાક અવકાશી પદાર્થો જોયા. સ્વરૂપમાં એ બધા ધૂમકેતુ જેવા લાગતા હતા પણ વાસ્તવમાં એ ધૂમકેતુની પેઠે તારાઓની વચ્ચે થઈને ફરતા ન હતા. આ પૈકીના કેટલાક પદાર્થોને કશો ચોક્કસ આકાર પણ ન હતો. એણે એ પદાર્થોને વાયુગોટા યા નિહારિકાનું નામ આપ્યું.

શરૂઆતમાં નિહારિકાઓની રૂપરચના વિષે ખગોળશાસ્ત્રીઓ કશો જ મત બાંધી ન શક્યા. સમય જતાં નિહારિકાઓના ફોટા લેવાવા માંડયા અને ત્યારે એમનો રૂપભેદ સમજમાં આવ્યો. પાછળથી શોધોને આધારે માલૂમ પડયું કે આ નિહારિકાઓ મુખ્ય બે પ્રકારની છે પહેલા પ્રકારની નિહારિકાઓ આપણા પોતાના તારાવિશ્વમાં આવેલી છે જ્યારે બીજા પ્રકારની નિહારિકાઓ આપણા તારાવિશ્વથી અલગ દૂર અવકાશમાં આવેલી છે. એક બીજો ફરક પણ ધ્યાનમાં આવ્યો. આપણી વિશ્વની નિહારિકાઓ માત્ર વાયુ વાદળો છે જ્યારે વિશ્વ બહારની નિહારિકાઓ આપણા તારાવિશ્વ જેવાં તારાવિશ્વો છે.



એક તારાવિશ્વ

આ બંને પ્રકારની નિહારિકાઓને સમજવી સુગમ પડે તે માટે એમને વિશ્વનિહારિકાઓ અને બહિર્વિશ્વ નિહારિકાઓ નામથી ઓળખવા માંડી.

∴ વિશ્વનિહારિકાઓ આપણા આકાશગંગાવિશ્વમાં આવેલાં વાયુ-વાદળો છે. જ્યારે બહિર્વિશ્વ નિહારિકાઓ અવકાશમાં ખૂબ દૂર આવેલાં નાનાં મોટાં તારાવિશ્વો છે. વાયુનિહારિકામાં તારા નથી. વળી એમાંથી તારા બંધાવાની કશી જ સંભાવના નથી. એથી ઊલટું બહિર્વિશ્વ-નિહારિકાઓ તારાઓની જ બનેલી છે. અને એમની અંદર પણ આપણી વિશ્વનિહારિકાઓ જેવાં કાળાધોળાં વાયુવાદળ આવેલાં છે.

ઉપર્યુક્ત બાબતને બીજી રીતે મૂકીએ તો આમ કહેવાય.

આપણા તારાવિશ્વ ' (આકાશગંગા–વિશ્વ) માં અનેક તારા આવેલા છે. આ તારાઓમાં ફેલાઈ પડેલાં અનેક કાળાંધોળાં વાયુ-વાદળો છે. આ વાયુવાદળોને વિશ્વનિહારિકા કહેવામાં આવે છે. આપણું તારાવિશ્વ પણ પરિમિત છે એ તારાવિશ્વની પાર, દૂર અવકાશમાં બીજાં અનેક તારાવિશ્વ આવેલાં છે. એ બધાં આપણા તારાવિશ્વ જેવાં છે. એમને બહિર્વિશ્વ નિહારિકા કહેવામાં આવે છે આ દૂરના તારા વિશ્વોમાં પણ કાળીધોળી નિહારિકાઓ આવેલી છે.

બહિર્તારાવિશ્વોની કાળાધોળી નિહારિકાઓ આપણા તારાવિશ્વમાં છે તેવા પ્રકારની વાયુનિહારિકાઓ જેવી છે એટલે એમની ચર્ચા અહીં ન કરતાં આપણે મુખ્યત્વે વિશ્વનિહારિકા અને બહિર્વિશ્વ નિહારિકાઓની જ વિગતે વાત કરીશું.

-વિશ્વનિહારિકાઓને મંદાકિનીય યા ગાંગનિહારિકાઓ પણ કહેવામાં આવે છે. એમને બે પ્રકારમાં વહેંચી દેવામાં આવી છે. (૧) પ્રસરિત નિહારિકા અને (૨) મહરૂપ નિહારિકા.

આ દરેક વિષે થોડી વાત કરીએ

પ્રસરિત નિહારિકાઓ કશા પણ આકાર વિનાનાં વાયુવાદળો છે. આ વાયુવાદળો તારાઓની આસપાસ વીંટળાઈ વળેલાં દેખાય છે. આ પૈકી કેટલાંક વાયુવાદળ ચમકતાં છે જ્યારે બીજાં ઝાંખા યા શ્યામ ચમકતી વાયુનિહારિકાઓને સફેદ નિહારિકા અને બીજીને શ્યામ નિહારિકાઓ કહેવામાં આવે છે.

સફેદ નિહારિકાઓ એકસરખી સફેદ હોતી નથી. કેટલીક મંદ છે તો કેટલીક ખૂબ તેજસ્વી મૃગમંડળમાં આવેલી સફેદ મૃગનિહારિકા તેજસ્વી નિહારિકાઓનો ઉત્તમ નમૂનો છે. બધી જ સફેદ નિહરિકિાઓ એમની પાસેના યા પાછળના તારાઓના તેજનું પરાવર્તન કરીને ચમકે છે અન્ય ચમકતી સફેદ નિહરિકાઓમાં ઉલ્લેખ



નિહારિકા

ચીગર કૃત્તિકા, કર્ક અને હંસની નિહારિકાઓ મુખ્ય છે. કૃત્તિકાની નિહારિકાનો વિસ્તાર સાડાપાંચસો પ્રકાશવર્ષનો મનાય છે।

શ્યામ નિહારિકાઓની સખ્યા સફેદ નિહારિકાઓ કરતા વધુ છે. એમના કાળા સ્વરૂપથી એ તરત જ પરખાઈ આવે છે. આકાશગગા પટની શ્વેત ભૂમિકા પર જે અનેક કાળા પટ જોવામા આવે છે તે બધી જ શ્યામ નિહારિકાઓ છે પોતાની પાછળ અનેક તારાઓને સતાડના આ કાળા વાદળ આકાશગગાપટની પાર્શ્વભૂમિકાને લીધે સ્પષ્ટ તરી આવે છે અપારદર્શક હોવાને કારણે આ શ્યામ નિહારિકાઓની પાર શુ છે એ જાણી શકાયુ નથી સભવ છે કે એમની પાછળ આકાશગગાવિશ્વના અનેક ચમકતા તારા છુપાઈ બેઠા હોય શ્યામ નિહારિકાઓમા ઉલેખ યોગ્ય સ્વસ્તિકમડળમાની કાજળથેલી, સર્પધર અને મૃગની અશ્વમુખ નિહારિકાઓ મુખ્ય છે. કેટલેક ઠેકાણે સફેદ અને શ્યામ નિહારિકાઓનુ મિલન થતા અવનવા આકાર ઉત્પન્ન થયેલા દેખાય છે હસમાની ઉત્તર અમેરિકા નિહારિકા આવુ જ એક સુંદર દૃશ્ય છે

બીજા પ્રકારની વિશ્વનિહારિકા ગ્રહરૂપ યા ગ્રહીય નિહારિકા છે આ પ્રકારની નિહારિકાઓને ઓળખવી ખૂબ, સહેલુ છે વતુંળ આકારની આ નિહરિકાઓ તેમની મધ્યમા આવેલા તારાના તેજને કારણે પ્રકાશે છે મધ્યના તારાની આજુબાજુ દૂર સુધી પર્દાના રૂપ જેવુ નિહારિકા આવરણ હોય છે દૂરબીનમાથી જોતા આ નિહારિકાઓ ગ્રહના આકારની દેખાય છે અને તેથી એમને ગ્રહરૂપ નિહારિકાઓ કહેવામા આવે છે.

ગ્રહરૂપ નિહારિકાઓ પૈકી કેટલીક મોટી તો કેટલીક સાવ નાની છે સાવ નાની નિહારિકાઓનો પત્તો વર્ણવિશ્લેષક યંત્ર દ્વારા મેળવાય છે. ગ્રહરૂપ નિહારિકાઓ નાની મોટી દેખાવાનુ એક કારણ એમના અતરનુ પણ માનવામા આવે છે અને આ કારણે એમ પણ કલ્પવામા આવે છે કે આપણા વિશ્વની બધી જ ગ્રહરૂપ નિહારકિઓ લગભગ સરખા કદની છે

પાસે જ આવી બે નાની નિહારિકાઓ આવેલી છે. એમનાં નામ છે નાનું મેગેલિન મેઘ અને મોટું મેગેલિન મેઘ. દક્ષિણ ગોળાર્ધમાંથી આ તારાવિશ્વોને જોઈ શકાય છે દેખાવમાં એ સફેદ વાદળ જેવાં લાગે છે.

મોટું તારામેઘ અસિમીન મંડળમાં અને નાનું ચક્રવાક મંડળમાં આવેલું છે. આ બંને મેઘ આપણાથી અનુક્રમે ૭૨.૦૦૦ અને ૮૦,૦૦૦ પ્રકાશવર્ષ દૂર આવેલા છે. આ બંને આપણા તારાવિશ્વથી તદ્દન અલગ તારાવિશ્વો છે જેમનાં કેન્દ્ર વચ્ચેનું અંતર ૩૦,૦૦૦ પ્રકાશ વર્ષ છે. ગુરુમેઘનો વ્યાસ ૧૦,૦૦૦ પ્રકાશવર્ષનો અને લઘુમેઘનો વ્યાસ ૬,૦૦૦ પ્રકાશવર્ષનો છે.

અવકાશમાં આવેલી અન્ય અરૂપ નિહારિકાઓ આ તારામેઘો જેવી છે. ફરક માત્ર એમના સહેજ નાના મોટા હોવાનો છે. બ્રહ્માંડની જાણીતી નિહારિકાઓમાં અરૂપ નિહારિકાઓની સંખ્યા ૩ ટકા જેટલી છે.

હવે નિશ્ચિત રૂપવાળી નિહારિકાઓની વાત લઈએ

એમના મુખ્ય બે ભેદ છે : ૧. લંબગોળાકાર અને ૨. સર્પિલ.

લંબગોળાકાર નિહારિકાનું પ્રાથમિક રૂપ ગોળાકાર હોય છે. પોતાની ધરી પર ભ્રમણ કરવાને કારણે એ ધીરે ધીરે લંબગોળ બનતી જાય છે. એની આ પ્રકારની છેલ્લી સ્થિતિ વેલણાકારની છે. બે બાજુ અણી નીકળી ગઈ હોય એવી સોય જેવી એ દેખાય છે. વૈજ્ઞાનિકો લંબગોળાકાર નિહારિકાઓને 'ઈ' (E) વડે સૂચિત કરે છે. ઈ (E.) થી ઈ૭ (E7) સુધી એમનો વિકાસક્રમ ચાલે છે.

લંબગોળાકાર નિહારિકાઓ ઈ૭ નો વિકાસક્રમ સાધ્યા પછી ઈ૮ થવાને બદલે સર્પિલ નિહારિકામાં પરિવર્તન પામતી જણાઈ છે. વેલણાકાર નિહારિકા લંબગોળાકાર નિહારિકાનું લગભગ અંતિમ ત્યાર બાદ એ સર્પિલ નિહારિકાનું રૂપ ધારણ કરે છે.

લગભગ ૧૦૦ જેટલી ગ્રહરૂપ નિહારિકાઓ જાણવામાં આવી છે. ગ્રહ જેવી દેખાતી આ નિહારિકાઓ વાસ્તવમાં આખા સૂર્યમંડળ કરતાં પણ વધુ ઘેરાવાવાળી છે. ૨૦ જેટલી ગ્રહરૂપ નિહારિકાઓ તો સૂર્યમંડળના વિસ્તાર કરતાં હજારો ગણી મોટી છે!

ગ્રહરૂપ નિહારિકાની મધ્યમાં પ્રકાશતો તારો નીલા રંગનો અતિ ઉત્તપ્ત તારો છે એનું ઉષ્ણતામાન ૫૦,૦૦૦ અંશ (સેન્ટિ) જેટલું હોય છે. ગ્રહરૂપ નિહારિકા આ તારાના તેજે પ્રકાશે છે તે હવે જાણવામાં આવ્યું છે. વાસ્તવમાં નિહારિકાનું તેજ તારાના તેજ કરતાં વધુ પ્રકાશિત છે. તારામાંથી નીકળતો અલ્ટ્રાવાયોલેટ પ્રકાશ યા તારામાંથી નીકળતા ઋણાણુઓ ગ્રહરૂપ નિહારિકાને વધુ પ્રકાશિત બનાવતા હોય એમ પણ બને. પૃથ્વી પર મેરુજ્યોતિ દેખાય છે એના જેવું તો અહીં નહિ બનતું હોય એમ કલ્પવામાં આવે છે. ખગોળ વિજ્ઞાનનો આ એક અણ ઉકલ્યો પ્રશ્ન છે. સંભવ છે એ પ્રશ્ન બીજી અનેક નવી બાબતો પર પ્રકાશ ફેંકે.

મોટા ભાગની ગ્રહરૂપ નિહારિકાઓ દીર્ઘવૃત્તાકારવાળી છે. એ પોતાની ધરી પર તો નહિ ફરતી હોય? પણ આ પ્રશ્ન હજી નવો જ છે એટલે એની વાત છોડી બહિર્વિશ્વ નિહારિકા યા તારાવિશ્વોની વાત લઈએ.

બહિર્વિશ્વ નિહારિકાઓની સંખ્યા કરોડોની છે. રૂપભેદે એમના ત્રણ પ્રકાર પડી ગયા છે. ૧. અરૂપ નિહારિકાઓ, ૨. લંબગોળાકાર નિહારિકાઓ અને ૩. સર્પિલ નિહારિકાઓ.

અરૂપ નિહારિકાઓ આકાર વિનાની છે. અવકાશમાં દેખાતી નિહારિકાઓમાં એમની સંખ્યા ઓછામાં ઓછી છે આ બધી નિહારિકાઓ મોટે ભાગે ઝાંખી અને સર્પિલ નિહારિકાઓ કરતાં નાની છે. કેટલાક વિદ્વાનો એમને બહિર્વિશ્વ નિહારિકાઓમાં સૌથી અંતિમ અવસ્થાની નિહારિકાઓ માને છે. આપણા આકાશગંગાવિશ્વની

પાસે જ આવી બે નાની નિહારિકાઓ આવેલી છે. એમનાં નામ છે નાનું મેગેલિન મેઘ અને મોટું મેગેલિન મેઘ. દક્ષિણ ગોળાર્ધમાંથી આ તારાવિશ્વોને જોઈ શકાય છે દેખાવમાં એ સફેદ વાદળ જેવાં લાગે છે.

મોટું તારામેઘ અસિમીન મંડળમાં અને નાનું ચક્રવાક મંડળમાં આવેલું છે. આ બંને મેઘ આપણાથી અનુક્રમે ૭૨,૦૦૦ અને ૮૦,૦૦૦ પ્રકાશવર્ષ દૂર આવેલા છે. આ બંને આપણા તારા-વિશ્વથી તદ્દન અલગ તારાવિશ્વો છે જેમનાં કેન્દ્ર વચ્ચેનું અંતર ૩૦,૦૦૦ પ્રકાશ વર્ષ છે. ગુરુમેઘનો વ્યાસ ૧૦,૦૦૦ પ્રકાશવર્ષનો અને લઘુમેઘનો વ્યાસ ૬,૦૦૦ પ્રકાશવર્ષનો છે.

અવકાશમાં આવેલી અન્ય અરૂપ નિહારિકાઓ આ તારામેઘો જેવી છે. ફરક માત્ર એમના સહેજ નાના મોટા હોવાનો છે. બ્રહ્માંડની જાણીતી નિહારિકાઓમા અરૂપ નિહારિકાઓની સંખ્યા ૩ ટકા જેટલી છે.

હવે નિશ્ચિત રૂપવાળી નિહારિકાઓની વાત લઈએ

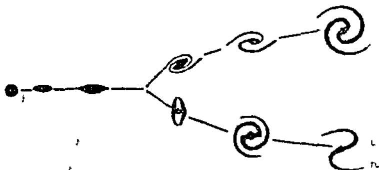
એમના મુખ્ય બે ભેદ છે . ૧. લંબગોળાકાર અને ૨. સર્પિલ

લંબગોળાકાર નિહારિકાનુ પ્રાથમિક રૂપ ગોળાકાર હોય છે. પોતાની ધરી પર ભ્રમણ કરવાને કારણે એ ધીરે ધીરે લંબગોળ બનતી જાય છે એની આ પ્રકારની છેલ્લી સ્થિતિ વેલણાકારની છે. બે બાજુ અણી નીકળી ગઈ હોય એવી સોય જેવી એ દેખાય છે. વૈજ્ઞાનિકો લંબગોળાકાર નિહારિકાઓને 'ઈ' (E) વડે સૂચિત કરે છે. ઈ (E.) થી ઈ૭ (E7) સુધી એમનો વિકાસક્રમ ચાલે છે.

લંબગોળાકાર નિહારિકાઓ ઈ૭ નો વિકાસક્રમ સાધ્યા પછી ઈ૮ થવાને બદલે સર્પિલ નિહારિકામાં પરિવર્તન પામતી જણાઈ છે. *વેલણાકાર નિહારિકા લંબગોળાકાર નિહારિકાનું લગભગ અંતિમ* રૂપ છે. ત્યાર બાદ એ સર્પિલ નિહારિકાનું રૂપ ધારણ કરે છે.

કેન્દ્ર ભાગની આજુબાજુ ભુજાઓ ફૂટી હોય અને ચક્કર ફરતી લાગે એવા સ્વરૂપ વાળી આ નિહારિકાઓ છે અવકાશની મોટા ભાગની નિહારિકાઓ આ પ્રકારની છે.

સર્પિલ નિહારિકાના વળી રૂપભેદે બે પ્રકાર પડે છે: ૧. સામાન્ય સર્પિલ અને ૨. દંડીય સર્પિલ સામાન્ય સર્પિલને કેન્દ્ર ભાગમાથી ભુજાઓ ફૂટે છે જ્યારે દંડીય સર્પિલમા નિહારિકાના મધ્યભાગે દંડ જેવુ બને છે અને તેના બને છેડેથી ભુજાઓ ફૂટે છે પહેલા પ્રકારની નિહારિકાઓને વિકાસભેદે એસ એ (Sa) એસ.બી. (Sb) અને એસ સી (Sc) એમ દર્શાવાય છે જ્યારે બીજા પ્રકારની નિહારિકાઓને એસ બીએ (SBa) એસ.બીજી (SBg) અને એસ બીસી (SBc) એમ દર્શાવવામા આવેછે નીચેની આકૃતિમા આ વર્ગીકરણ સ્પષ્ટ રીતે દર્શાવવામા આવ્યું છે



નિહારિકાનુ વર્ગીકરણ

ચિત્રની ડાબી બાજુથી ત્રીજી આકૃતિ લબગોળાકાર નિહારિકાઓની અતિમ અને બને પ્રકારની સર્પિલનિહારિકાઓની પ્રથમ સ્થિતિ દર્શાવે છે

સર્પિલ નિહારિકાઓમા દર્શનીય સપ્તર્ષિમાની મે ૮૧* દેવયાનીમાની મે ૩૧, ત્રિકોણમાની મે ૩૩, મૃગયાશુનમાંની મે ૫૧,

* મે = મેસિયેના પત્ર પ્રમાણેના નંબર

એન. જી. સી. ૭૭૪૧+ મુખ્ય છે. આ પૈકી થેાડીનાં ચિત્ર આ પુસ્તકમાં આપવામાં આવ્યાં છે.

નરી આંખે જોઈ શકાતી બહિર્વિશ્વ નિહારિકાઓમાં દેવયાની નિહારિકા (મે. ૩૧) અને ત્રિકોણ નિહારિકા (મે ૩૩) મુખ્ય છે. એ બંને આપણી પાસેની નિહારિકાઓ છે. પાસેની હોવા છતાંય એમનું અંતર તારામેઘેા જેટલું નથી. આ બને નિહારિકાઓ આપણાથી વીસલાખ પ્રકાશવર્ષને અંતરે આવેલી છે.

દૂરબીનમાંથી જોતાં દેવયાની નિહારિકા ભવ્ય દેખાય છે. ચિત્રમાં જોતાં (પૃષ્ઠ ૯૧) એની બાજુમા બે નિહારિકાઓ જણાશે. એને અડીને આવેલી ગોળાકાર નિહારિકા મે. ૩૨ છે અને એનાથી દૂર આવેલી લંબગોળાકાર નિહારિકા એન. જી. સી. ૨૦૫ છે. નિહારિકાઓના વર્ગીકરણ પ્રમાણે મે ૩૧ એસ. બી. પ્રકારની, મે. ૩૨ $ઈ_2$ પ્રકારની અને એન. જી.સી $ઈ_5$ પ્રકારની છે.

દેવયાની નિહારિકાનેા કેન્દ્ર ભાગ કેવેા ઘટ્ટ છે તે જુઓ. અતિ શક્તિશાળી દૂરબીન સિવાય આ ભાગમાંના તારાને અલગ કરીને જોવા શક્ય નથી

સૂર્યની પાસે આવેલા તારાઓનું જેમ એક સ્થાનીય જૂથ છે તેમ આપણા તારાવિશ્વની પાસે આવેલી નિહારિકાઓનું પણ એક સ્થાનીય જૂથ છે આ જૂથમા ત્રિકોણ તેમ જ દેવયાની નિહારિકાઓનેા (એની સાથીદાર નિહારિકાઓ સાથે), બંને તારામેઘ અને અન્ય ૬ નિહારિકાનેા સમાવેશ થાય છે.

વધુમા એમ પણ જાણવા મળ્યું છે કે અવકાશમા અનેક સ્થળે નિહારિકાઓના જૂથ છે. આવા એકાદ જૂથમાં લગભગ ૩૦૦ જેટલી નિહારિકાઓ હેાય છે. અતિ જાણીતાં આવાં નિહારિકા જૂથ કિરીટ, કેશ, સિંહ, યયાતિ અને સપ્તર્ષિ મંડળમા આવેલાં છે. પંડિતેા કહે

+ એન. જી સી. = ન્યૂ જનરલ કેટલેાક પ્રમાણે નંબર

છે કે કિરીટ જૂથમાં ૪૦૦ સભ્ય છે અને તે બધી 'ઈ' પ્રકારની લંબગોળાકાર નિહારિકાઓ છે.

અનંતને આરે પહોચતી આવી નિહારિકાઓના અભ્યાસથી બ્રહ્માંડની સાન્તતાનો ખ્યાલ આવ્યો છે જોકે આપણું બ્રહ્માંડ નિરંતર ફૂલતું જાય છે તોપણ આજના હિસાબે, આપણે, લગભગ એક અબજ પ્રકાશવર્ષ જેટલું અનકાશના ઊંડાણમાં ડોકિયું કરી શકીએ છીએ.

એક અબજ વર્ષ પહેલા શું હતું તેની જ માત્ર, આપણે આ રીતે ઝાંખી કરીએ છીએ. જેમનો વર્તમાન તરત જ ભૂતમાં પલટાઈ જાય છે એવા મનુષ્યો માટે કુદરતની આ બ્રહ્માંડલીલા અકળ હોવા છતાં કેવી પ્રેરણાજનક છે!

સૂચિ

લેખકનાં અન્ય પુસ્તકો

1. આભ અને ધરતી
2. ખગોળ પ્રવેશ
3. આકાશના તારા નકશા
4. વિશ્વદર્શન
5. ચંદ્ર
6. ધૂમકેતુ
7. અવકાશનું રહસ્ય
8. તારા અને વિશ્વ
9. અનંતની ભીતરમાં
10. ભૂમંડલીય સૂર્યગ્રહણ (શ્રી હરિહર ભટ્ટ સાથે)
11. આકાશદર્શન (સંશોધન)
12. પરમાણુ : આજે અને આવતી કાલે